SULLA ATTIVITÀ O NON ATTIVITÀ

DELLA DILATAZIONE DEI VASI

E

SOPRA ALCUNE QUESTIONI

CHE HANNO ATTINENZA CON QUELLA

Considerazioni di C. STUDIATI

Professore di fisiologia nella R. Università di Pisa

JAN 92

PISA

NELLA TIPOGRAFIA VANNUCCHI

1877.

Dal **Commentario clinico di Pisa**, vol. I, n. 2 e seguenti.

SOMMARIO

Dei cangiamenti di calibro dei piccoli vasi sanguigni: meccanismo: conseguenze che ne derivano per i processi nutritizi.

CAP. I.
Cagioni immediate del cangiamento di calibro dei vasi.

- In generale §. 1, 2.
- Capaci di effetti pronti (fibre muscolari) §. 3.
- Stato abituale di contrazione tonica delle fibre muscolari dei vasi §. 4.
- Effetti delle variazioni in più od in meno di questa tonicità dei vasi sanguigni e linfatici §. 5.
- Concetto fondamentale del meccanismo della tonicità vascolare: uffici che in essa spettano al sistema nervoso §. 6.

CAP. II.
Cagioni mediate del suddetto cangiamento.

- Proprietà fisiologiche generali degli elementi istologici del sistema nervoso §. 7.
- Fibre nervose: loro proprietà fisiologiche §. 8.
  - Eccitabilità §. 8.
  - Conducibilità §. 8.
- Leggi di queste proprietà §. 9.
- Cellule nervose: loro proprietà fisiologiche §§. 10, 11, 12.
  - Eccitabilità §. 10.
  - Conducibilità §. 10.
  - Associabilità §. 11.
  - Variabilità §. 12.
- Importanza di queste proprietà §. 13.
- Loro leggi §. 14.

CAP. III.
Applicazione dei precedenti studi alla interpretazione del cangiamento di calibro dei vasi.

- Modo di spiegazione della dilatazione susseguente ad uno stimolo §. 15.
- Esame di alcune altre dottrine §. 15.
- Effetti diversi del diverso modo di effettuarsi e di combinarsi dei cangiamenti nel calibro dei vasi §. 16.

CAP. IV.
Effetti che possono derivarne rispetto ai processi nutritivi: altre cagioni che cooperano a produrli.

- Genesi del succo interstiziale §. 17.
- Diversità di questo succo nel suo primo prodursi §. 18.
  - Per la quantità §. 18.
  - Per la qualità §. 18.
- Modificazioni successive §. 19.
  - Endosmósi §. 19.
  - Cellule ec. §. 19.
- Il processo nutritivo non dipende solamente dalla qualità del succo interstiziale §. 20.
- Altre cagioni.
  - Caratteri chimici delle molecole dei tessuti §. 20.
  - Cellule §. 21.
  - Nervi §. 22.
  - Influenza dell'individuo sulle sue parti §. 23.
  - Stimoli esterni §. 24.

CAP. V.
Riassunto finale §. 25.

CAPITOLO I.

Cagioni immediate del cangiamento di calibro dei vasi.

§. 1. **Generalità.** — Le modificazioni della circolazione capillare sembrarono sempre meritevoli di moltissima considerazione così ai fisiologi come ai patologi, a motivo delle importanti conseguenze che ne derivano nel modo di procedere della nutrizione dei tessuti. Molti sono per questo gli studiosi che hanno cercato di decifrare il meccanismo pel quale i piccoli vasi si restringono e si allargano, abbenchè nessuno sino a qui abbia potuto darne una spiegazione così direttamente desunta dai fatti, od almeno così atta ad interpretarli tutti, da ottenere l'universale consentimento.

Per ora nuove e più fortunate indagini sono tuttavia necessarie, e le teorie che si enunciano vanno considerate come tentativi provvisorii, che servono, se non altro, a dare un indirizzo regolare alle ricerche che restano da fare; le quali purtroppo incontrano gravissimi ostacoli nella complessità somma dei fenomeni che convien prendere in esame, e nella difficoltà di portare i nostri mezzi di osservazione nelle riposte sedi di quelli, senza turbar l'ordine degli atti funzionali che cerchiamo di conoscere nella loro condizione normale.

Sotto questo semplice punto di vista che qui sopra ho accennato penso ora di esporre quelle poche idee delle quali già da vari anni mi valgo per coordinare teoricamente nelle mie lezioni di fisiologia i fatti che debbo esporre ai miei alunni relativamente ai preaccennati argomenti. — Non già che a queste mie idee io intenda dare un valore che assai probabilmente non avranno; ma nello stato attuale delle questioni di che si tratta, mi sembra di potere ciò non ostante sottoporle alla altrui considerazione, senza meritare troppo grave rimprovero. Una idea non del tutto giusta può talora servire di avviamento ad una molto migliore; e ad ogni modo sarà per me non lieve vantaggio se qualcuno mi farà accorto degli errori nei quali forse sarò caduto.

Prima di procedere oltre potrà forse parere a taluno che io qui dovessi fare una assai completa esposizione delle opinioni che non pochi autorevoli fisiologhi sono venuti formulando circa le cose delle quali voglio parlare. Da questa storia critica per altro ho stimato meglio astenermi per più e diverse ragioni. La

prima è che dovrei dire cose note già, almeno in gran parte, ai lettori di queste pagine. — La seconda che fra le imperfezioni mie essendo grandissima quella della memoria, avrei dovuto durare una fatica enorme per fare un lavoro pieno di omissioni e perciò di ingiustizie. Miglior consiglio reputo perciò pigliare in esame quando occorre le opinioni che sono state emesse su qualche parte del nostro argomento nella forma che può parere la più completa e migliore, senza curarmi di sapere se corrisponde alla lettera, al modo con cui furono formulate da uno o da un altro autore. — Ultimo motivo finalmente per farmi omettere la minuta enumerazione delle opininioni enunciate, e delle differenze loro si è, che poco o nulla gioverebbero per le considerazioni che voglio fare.

§. 2. Il grado di dilatazione che in un dato momento si verifica nei piccoli vasi sanguigni di una parte qualsiasi del corpo, dipende da molte cagioni, come ognuno può agevolmente comprendere. Quei vasellini hanno nel loro interno un liquido, il sangue, che esercita contro le loro pareti una pressione variabile entro limiti alquanto larghi a seconda del modo di azione del cuore, a seconda della diversa copia del sangue, a seconda della diversa facilità colla quale il sangue si scarica dal sistema arterioso nelle vene traversando le reti capillari. — Le tuniche dei piccoli vasi sanguigni sono elastiche, e sono contrattili a cagione delle fibre muscolari lisce che si trovano nella loro struttura, e per conseguenza il grado di contrazione di queste fibre eserciterà notevole influenza sulla ampiezza di quei vasellini. — All'esterno dei quali si trova il liquido che abbondantemente esiste in tutti i tessuti organici, contenuto nelle minutissime ed innumerevoli lacune esistenti fra gli elementi istologici di quei tessuti, e conosciuto col nome di succo interstiziale. Questo umore non sarà sempre egualmente abbondante e perciò distenderà ora più ed ora meno gli interstizi nei quali sta, contribuendo così a far variare il grado di turgore dei tessuti: ed è chiaro che quando il succo interstiziale distenderà più fortemente la trama dei tessuti, questo aumento di pressione dovrà essere sentito anche dalla superficie esterna dei piccoli vasi, i quali perciò si dilateranno meno, e viceversa quando il succo interstiziale scarseggerà. Nessuna verificazione sperimentale fu fatta, egli è vero, della pressione che il succo interstiziale esercita sulle superfici degli spazietti nei

quali è contenuto, nè è sperabile che la si possa fare, misurando di quella pressione la quantità ordinaria e le variazioni che subisce; ma nondimeno è facile persuadersi che quella pressione deve esistere, e non deve sempre essere l'istessa.

Nei vasellini sanguigni circola un liquido che è soggetto ad una pressione assai grande, la così detta pressione statica del sangue; un trasudamento deve dunque effettuarsi a spese delle parti liquide del sangue a traverso le tenuissime pareti dei vasellini capillari, ed è evidente che questa filtrazione avrebbe il suo termine naturale quando la pressione esterna, dovuta allo accumularsi del filtrato equivalesse alla forza colla quale la filtrazione si effettua, vale a dire alla pressione interna meno la resistenza offerta dal filtro. — Il succo interstiziale rientra in parte per ragione di endosmosi nei vasellini sanguigni dai quali per filtrazione era escito, e molte sono le cose che possono rendere più o meno energici questi fenomeni endosmosici. Per l'istesso motivo il succo interstiziale passa anche nei linfatici, nei quali penetra anche per diretta comunicazione delle minutissime lacune interstiziali dei tessuti colle estreme parti del sistema linfatico, che a quanto pare si confondono con quelle lacune. — Per tutte queste vie il succo interstiziale non va rapidamente e con libertà, e le difficoltà che incontra sono cagione e misura della pressione che quel succo esercita necessariamente sulla esterna superficie dei vasellini sanguigni. — Questa pressione potrà non essere sempre eguale, perchè per più e diversi motivi può variare la facilità o difficoltà del passaggio delle molecole del succo interstiziale per le vie ora accennate; ma tali variazioni non si saprebbe intendere che avessero ad accadere con rapida vicenda; talchè guardando alle applicazioni che dovremo fare delle cose delle quali parlo attualmente, potremo lasciare da parte queste troppo sottili indagini.

Un'altra cagione di modificazione della pressione interstiziale potremo invece ravvisare nella presenza delle fibre muscolari nelle tuniche dei linfatici, ed in specie di quelli molto sottili. Tutto il liquido che o per endosmosi, o per effetto di libere comunicazioni, passa dalle lacune nei linfatici più periferici, deve traversare quei linfatici sottili nei quali la presenza delle fibre muscolari fu constatata; ed il diverso grado di contrazione di quelle fibre renderà più o meno libero il passaggio, più o meno agevole lo scaricarsi

del succo interstiziale dalle lacune nelle quali si accoglie; più o meno grande per conseguenza la pressione permanente cui soggiace quel liquido. — Questa dei linfatici è la via per la quale molta parte del succo interstiziale abbandona le sue sedi primitive, facendo posto a quelle nuove quantità di liquido che di continuo trasuda dalle delicate pareti dei capillari. — Se ora si ponga mente che ogni minima variazione del diametro dei tubi capillari induce mutamento grande nella libertà del movimento dei liquidi che li percorrono, talchè nelle esperienze del Poisenille la difficoltà del passaggio dei liquidi nei tubi capillari cresceva in ragione inversa della quarta potenza dei diametri: e se si noti che le fibre muscolari dei linfatici possono modificare istantaneamente il calibro dei tubi tenuissimi sui quali si giunse a scuoprirle, dovremo concludere che i cangiamenti nello stato di contrazione di queste fibre potranno esercitare una influenza notevole e prontamente mutabile sul passaggio della linfa verso le parti centrali del sistema linfatico, e perciò sulla pressione del succo interstiziale in seno ai tessuti.

§ 3. **Cagioni immediate capaci di effetti pronti (fibre muscolari).** — Ritornando col pensiero a considerare tutte le cose enumerate come capaci di modificare il lume dei capillari sanguigni, sia per cangiamento della interna pressione, sia per cangiamento delle resistenze alla distensione offerte dalle tuniche stesse dei vasi o dalle pressioni all'esterno di esse, ci accorgeremo subito che per alcune l'effetto non può essere molto sollecito e di poca durata, mentre invece per altre è ragionevole ammettere questa prontezza e questa variabilità. — Nel novero delle prime riporremo il diverso modo di procedere delle azioni cardiache: la varia facilità alla filtrazione delle diverse sorta di molecole del plasma sanguigno a traverso le tuniche dei capillari a seconda della composizione non sempre eguale del sangue: il diverso procedere di fenomeni endosmosici per le diverse eterogeneità fra il sangue ed il succo interstiziale, che le reazioni chimiche nelle quali entra coi tessuti modificano con processo non sempre eguale: la diversa facilità colla quale quel succo si muove negli angusti meati che deve percorrere per giungere ai vasi linfatici propriamente detti, a seconda degli attriti diversi ossia della mutabile attrazione adesiva fra le molecole delle pareti di quei meati e le molecole sue non sempre dotate di eguale composizione. Le cose

ora accennate sfuggono per certo alla possibilità di una diretta verificazione; ma nondimeno è agevole comprendere che la loro esistenza non si può revocare in dubbio, sebbene non ci sia dato di determinarne quantitativamente il valore. — Tutte queste cagioni non possono, come ho già detto, produrre effetti subitanei nè rapidamente variabili, lo che peraltro non esclude che questi effetti possano talvolta esser meritevoli di molta considerazione. Le conseguenze in fatti che negli atti nutritivi può produrre un cangiamento nelle ricordate cose debbono prodursi in modo continuo, e perciò ancorchè minime considerate in ogni singolo istante, possono, sommandosi per un tempo alquanto lungo, generare degli effetti non trascurabili. Di queste cagioni modificatrici della circolazione sanguigna nei capillari, e dei fenomeni che fanno loro corona, non credo peraltro opportuno parlare adesso più a lungo, passando invece a discorrere delle cagioni modificatrici che possono produrre più rapidi e mutabili effetti. Capace di agire in siffatta guisa è solamente il diverso stato di contrazione delle fibrille muscolari lisce che in direzione trasversale all' asse del vaso si trovano nelle tuniche dei piccolissimi vasi sanguigni e linfatici. — Quale debba essere la conseguenza del diverso grado della loro contrazione relativamente al diametro del vaso si intende senza bisogno di spiegazione, e si comprende anche agevolmente la molta importanza che deve avere questa proprietà delle tuniche vascolari. Per la quale la elasticità loro rimane in fatto di ben poco effetto, come ci è dimostrato dal vedere che se si paralizzano mediante la recisione dei loro filamenti nervosi le fibre muscolari di che si tratta, i vasi si dilatano assai; lo che significa che erano prima assai meno dilatati di quanto per la sola loro elasticità avrebbero dovuto essere, ossia che la elasticità deve entrare di rado nel numero delle cagioni che determinano il grado di resistenza alla spinta sanguigna, mentre in prima linea si trova la contrazione delle fibre muscolari.

§. 4. **Stato abituale di contrazione tonica delle fibre muscolari dei vasi.** — Il fatto che ora ho ricordato, quello cioè che per la recisione di nervi vasomotori i vasi si slargano notevolmente, ha poi anche un significato sul quale è bene fermarci un momento. Questo slargamento è, come tutti sanno, ben manifesto nei capillari della testa quando si fa la classica esperienza della recisione del gran simpatico cervicale; ed è stato poi verificato

anche per le altre parti del corpo via via che si sono trovati i punti ai quali bisognava recare offesa per paralizzare questa o quella provincia dei nervi vasomotori. — La dilatazione vascolare che in tutti questi casi consegue sempre alla recisione dei nervi, significa evidentemente che nelle condizioni ordinarie le fibre muscolari dipendenti da quei nervi non erano in completo rilassamento, ma bensì in un certo grado di contrazione permanente, il quale non doveva nemmeno essere lievissimo se se ne giudica dalla quantità della dilatazione che si verifica per la paralisi di quelle fibre. — Le fibre muscolari dei vasi sono dunque in grado non indifferente nella condizione nota col nome di tonicità muscolare, che consiste in una contrazione, più o meno pronunziata nei singoli casi, continua perchè derivante da azioni stimolative del pari continue. — Questo che è così manifestamente vero per le fibre muscolari dei vasellini sanguigni, è da presumere vero del pari per i linfatici perchè la tonicità muscolare non è un fenomeno speciale a certe fibre muscolari, ma è invece generale e costante almeno per i muscoli lisci; per i linfatici non abbiamo peraltro, come per i vasi sanguigni, la possibilità di dimostrare la cosa, o di conoscerne la misura.

§ 5. **Effetti delle variazioni in più o in meno della tonicità dei vasi sanguigni e linfatici.** — Fra tutte le cagioni che cooperano a determinare il grado maggiore o minore di slargamento dei vasellini sanguigni, questa del diverso grado di contrazione tonica delle fibrille muscolari è evidentemente quella che può produrre le modificazioni più grandi, più rapide, e più localizzate nella ampiezza dei piccoli vasi. Chiaro apparisce infatti che un aumento di contrazione tonica, per esempio nelle fibre muscolari dei linfatici, dovrà rendere più difficile il deflusso del succo interstiziale, e così, aumentando le resistenze esterne, farà che ad una data pressione sanguigna corrisponda una dilatazione vascolare minore di quando quella contrazione tonica era meno intensa: e viceversa nel caso contrario. Se l'aumento della contrazione tonica sarà invece nelle fibrille muscolari delle tuniche dei vasi sanguigni, è del pari evidente che scemerà il diametro di quei vasi, che aumenterà nel caso opposto. Del meccanismo in virtù del quale avvengono queste modificazioni nella contrazione tonica dei vasi, linfatici o sanguigni che siano, conviene adunque che ci occupiamo, per vedere sin dove coi dati che oggi possediamo ci è possibile di intenderlo.

§. 6. **Concetto fondamentale del meccanismo della tonicità vascolare e ufficio che in esso spetta al sistema nervoso.** — Le fibre muscolari non entrano in contrazione di per se stesse, ma soltanto in conseguenza dell'azione di uno stimolo: lo stimolo ordinario e normale è lo stato di attività delle fibre nervose che si terminano in quelle muscolari. — E queste fibre nervose alla loro volta non entrano in azione se non per opera di stimoli che agiscano su di loro. — Lo stimolo che rende attive le fibre nervose centrifughe o motrici è la forza nervosa discesa in loro dagli organi nervosi che fanno rispetto ad esse l'ufficio di centri; ai quali centri quella forza nervosa era risalita su per le fibre nervose centripete o sensifere; talchè solamente alla estremità periferica di queste ultime si trova il luogo nel quale un vero e proprio stimolo estrinseco al sistema nervoso sprigiona quella forza nervosa che percorrendo l'indicata via produce la contrazione del tessuto muscolare. Questa contrazione dovrà adunque crescere e scemare col crescere e collo scemare della intensità dello stimolo che agisce sulle estremità periferiche delle fibre nervose sensifere; ed anche secondo che la forza nervosa suscitata da quello stimolo sarà trasmessa più o meno bene lungo l'arco nervoso che unisce il punto stimolato colla fibra muscolare che si deve contrarre.

CAPITOLO II.

Cagioni mediate del cangiamento di calibro dei vasi.

§. 7. **Proprietà fisiologiche generali degli elementi istologici del sistema nervoso.** — Scarse, pur troppo, molto più di quanto bisognerebbe sono le nostre cognizioni circa le proprietà fisiologiche di alcuni almeno degli elementi di cui si compone lo strumento nervoso, per mezzo del quale si compiono i fenomeni accennati di sopra; ed incomplete od incerte sono spesso le teorie che si posson fare relativamente ad esso. Poichè peraltro dallo accogliere certe, anzichè certe altre idee intorno ai generali quesiti della fisiologia del sistema nervoso, derivano conseguenze importanti per quello che spetta alla tonicità muscolare ed alle sue modificazioni, credo utile dire qualche cosa delle proprietà fisiologiche degli elementi del sistema nervoso.

§. 8. **Fibre nervose: loro proprietà fisiologiche.** — Facile e chiaro abbastanza si è quel che concerne le fibre nervose. Fra le loro proprietà si suole annoverare per la prima quella di essere impressionabili relativamente a moltissimi stimoli; ma di questa non occorre che ci tratteniamo a discorrere, o che ne ricerchiamo le minute particolarità, perchè nell'effettivo modo di agire delle fibre allorchè compiono le funzioni loro, gli stimoli non possono raggiungerle nelle sedi profonde e riposte che occupano. Gli stimoli operano normalmente sugli organi nervosi periferici, dai quali poi le fibre nervose ad azione centripeta conducono sino agli organi nervosi centrali gli effetti delle stimolazioni. Ho detto a bella posta organi nervosi periferici, perchè oramai in tanti e tanti luoghi è stata riconosciuta la specialità di struttura di questa parte periferica del sistema nervoso, a paragone di quello che si vede nelle fibre, che non si può più parlare di una parte terminale delle fibre, esposta direttamente all'azione degli stimoli. Le fibre sono da considerarsi piuttosto come commissure fra certi e certi altri organi nervosi, e non molto interessante è per conseguenza quanto concerne la impressionabilità che possono avere per gli stimoli portati direttamente ed artificialmente su di loro. — Suscitata negli organi periferici od in un punto qualunque della lunghezza della fibra, l'azione nervosa procede veloce ed invisibile nel filamento nervoso, nel quale si trova incanalata. Procede invisibile, senza cioè far nascere nella fibra ove il fenomeno accade, nessuna apparente modificazione; lo che è anche da dire rispetto al luogo ove agirono gli stimoli. Di questa trasmissione dunque non avremmo nessuna contezza se non fosse che la forza nervosa seguendo le fibre arriva a degli organi nei quali fa sorgere fenomeni agevolmente manifesti, come sono le contrazioni dei muscoli, e le sensazioni. Sebbene questa trasmissione si effettui senza modificazione apparente delle fibre, pure il vedere che si stancano quando compiono questo loro ufficio energicamente o troppo a lungo; lo scemare cioè od anche scomparire in esse la conducibilità che possedevano, la quale ricomparisce col riposo, ci fa avvertiti che l'atto della trasmissione nervosa è accompagnato nelle fibre da una alterazione materiale; della quale ci dà anche indizio la reazione acida che si trova nelle fibre stanche, mentre è alcalina o neutra in quelle riposate. Molto più importante della impressionabilità si capisce anche dal poco

che ho detto che debba essere per le fibre nervose questa loro conducibilità per la forza nervosa: ed anzi, poichè nessun'altra proprietà fu in esse riconosciuta, oltre quella già ricordata, possiamo dire che in questa loro attitudine a servire come organi di trasmissione nervosa, si comprende effettivamente la loro normale funzione, e di questa attitudine non sarà dunque male discorrere con qualche maggiore precisione.

§. 9. **Leggi di questa proprietà.** — La trasmissione della forza nervosa si effettua lungo le fibre, come già dissi, con molta velocità e senza dar segno di sè con nessuna modificazione nello aspetto di quei filamenti; a questo è anche da aggiungere che dessa si effettua senza che quella forza subisca modificazione nel suo tragitto; si effettua senza che nulla passi da una fibra a quelle contigue; e si effettua immancabilmente quando la fibra non è stanca, come se si trattasse, per es., di un filo metallico e di una corrente elettrica che vi fosse mandata. Questi, su per giù, sono i caratteri principali della proprietà fisiologica più importante delle fibre nervose. Se poi questa conducibilità sia in tutte quante le fibre in direzione centrifuga o centripeta, o se lo sia per alcune in una direzione e per le altre in quella contraria, potremo quì omettere di esaminare, perchè la trasmissione si effettua per le fibre motrici solamente in direzione centrifuga, per le sensifere in direzione centripeta, e la possibilità che nelle une e nelle altre avvenga anche nella opposta direzione, quando pure esistesse, rimarrebbe ad ogni modo una possibilità priva di effetto e priva per conseguenza anche di importanza funzionale. Nemmeno ci fermeremo ad indagare se veramente l'azione nervosa procedendo per un tratto or più ed or meno lungo di fibra, produca, in un muscolo nel quale termini quella fibra, effetto ora più intenso ed ora meno, perchè se anche la cosa potesse esser messa in evidenza in modo sicuro, si tratterebbe sempre di piccole differenze incapaci di produrre conseguenze di rilievo. E per l'istesso motivo non ci occuperemo di altre più minute particolarità che qualche fisiologo credè di notare, e che hanno bisogno di essere constatate con sicurezza e dimostrate indipendenti dalle artificiali condizioni create dallo sperimentatore.

§. 10. **Cellule nervose: loro proprietà fisiologiche. Eccitabilità. Conducibilità.** — Molto, ma molto più oscure sono le cose per ciò che concerne le proprietà funzionali delle cellule nervose; e questo

massimamente perchè non si trovano organi alquanto voluminosi composti di sole cellule, come sono i nervi di sole fibre, sperimentando su i quali si possa metterne in chiaro le proprietà, attribuibili al solo elemento istologico costituente quei dati organi. Poco adunque potremo dire, e dubbiamente; ma pure, in mancanza di meglio, anche di questo ci conviene tener conto con molta cura.

Una proprietà, che alle cellule ganglionari viene comunemente attribuita, si è quella di essere modificate per opera degli stimoli, giacchè si vede che gli stimoli producono non di rado il loro effetto quando siano applicati su i gangli, come già abbiamo visto che sempre lo producono applicati ai nervi. Di questa proprietà peraltro non occorre che ci occupiamo per le ragioni già accennate rispetto alle fibre nervose: oltredichè sarebbe anche da porre bene in chiaro se quegli stimoli abbiano davvero agito sulle cellule primitivamente, anzichè per mezzo delle fibre nervose che sempre vi sono frammiste. Alle cellule dei gangli tutti i fisiologi attribuiscono l'attitudine di trasmettere l'azione nervosa, abbenchè la dimostrazione di questo fatto non si possa avere in modo così diretto come per le fibre. Che realmente la cosa sia possiamo argomentarlo dal vedere che vi sono nei gangli delle cellule le quali interrompono la continuità delle fibre, senzachè nulla ci avverta che è del pari interrotta la trasmissione delle azioni nervose; e dal vedere che nei fenomeni nervosi reflessi sono i gangli ed è la sostanza grigia, caratterizzati quelli e questa appunto dalla presenza delle cellule, che trasmettono il fenomeno nervoso dalle fibre nelle quali procede centripetamente a quelle nelle quali prende direzione centrifuga. Le cellule adunque sono capaci di trasmettere la forza nervosa; ma quali saranno le norme che regolano questa trasmissione?

§. 11. **Associabilità.** — Nelle fibre la trasmissione rimane ristretta in ognuna di esse, ed ogni fibra perciò si può considerare come un conduttore bene isolato rispetto alle fibre contigue. Nelle cellule questo probabilmente non accade. Sappiamo infatti che quando le conseguenze di una stimolazione risalgono sino ad un ganglio, i fenomeni che si reflettono sugli altri nervi di quel ganglio possono emergere per delle fibre molto più numerose di quelle del nervo afferente, sebbene non si vedano nei gangli quelle numerose connessioni fra le fibre e le cellule che

sarebbero necessarie per rendersi conto della possibilità di questa trasmissione molteplice senza varcare i limiti della continuità di tessuto degli elementi istologici. L'istesso, presso a poco, è da dire per la sostanza grigia dei centri nervosi, caratterizzata essa pure da cellule nervose, abbenchè non eguali di forma a quelle dei gangli. Anche quì l'effetto vario e multiforme che tien dietro alla corrente nervosa risalita sino ai centri per mezzo di un nervo ad azione centripeta, conduce alla conclusione preaccennata, sebbene, a motivo della incertezza degli istologi circa le relazioni anatomiche di continuità fra i diversi elementi istologici di quelli organi, la dimostrazione riesca in questo caso meno evidente. Una adunque delle caratteristiche che potremo ragionevolmente ammettere come distintiva della trasmissione nervosa delle cellule nervee, sebbene ci sia impossibile averne la dimostrazione diretta, si è che dessa non rimane circoscritta nei limiti della continuità anatomica degli elementi istologici, come era per le fibre, e può invece oltrepassarli. Le cellule dunque potrebbero, a quanto pare, associarsi funzionalmente con elementi istologici del sistema nervoso coi quali non sono anatomicamente connesse, mentre non lo possono le fibre. Per confermarci maggiormente in questa opinione, si può anche osservare che in un ordine alquanto diverso di fenomeni, troviamo che realmente le cellule dispiegano una efficace influenza su degli elementi istologici che non soltanto non sono continui con loro, ma non sono nemmeno strettamente ad esse contigui. Il caso cui intendo alludere si verifica in modo manifesto nei gangli delle radici superiori dei nervi spinali. Tutti i fisiologi dicono che quei gangli sono i centri trofici di quelle radici, perchè dopo un taglio che divida la radice nervosa fra il ganglio ed il midollo, le fibre nervose si alterano dal taglio verso il midollo, si conservano normali nel tratto fra la recisione ed il ganglio; e dopo un taglio che divida il nervo al disotto del ganglio le fibre nervose si alterano dal taglio alla estremità periferica loro, si conservano normali fra il taglio ed il ganglio. La normalità degli atti di rinnuovamento molecolare delle fibre nervose nel processo nutritivo abbisogna adunque di una influenza proveniente dal ganglio, ossia dalle cellule nervose; ma tutti sanno che nei gangli spinali il fascio di fibre della radice posteriore proveniente dal midollo, traversa il ganglio senza che quelle fibre si congiungano una per una colle cellule del

ganglio medesimo; con questo di più che quelle fibre non si sparpagliano neppure minutamente, per modo da essere una per una contigue con qualche cellula, ma passano a traverso al ganglio in fascetti non piccolissimi. In questo caso non si tratta, è vero, della trasmissione della forza nervosa, ma si tratta pur sempre di un consenso funzionale fra degli elementi istologici anatomicamente disgiunti; e per conseguenza mi pare che anche questo sia un argomento non spregevole in favore della probabilità di quanto ho detto più sopra circa il modo di trasmissione della forza nervosa quando si effettua per mezzo delle cellule dei gangli, o della sostanza grigia.

§. 12. **Variabilità.** — Quando si fa agire uno stimolo sopra uno dei nervi del sistema cerebro-spinale, i quali non hanno gangli sul loro tragitto, il resultato è costante come se si trattasse di un esperimento di fisica o di chimica; la contrazione muscolare o il dolore si manifestano immancabilmente. Si può mettere a confronto quello che ne dicono gli osservatori i più diversi, e si trova che il linguaggio loro, sicuro come quando si racconta cosa manifestissima, è pienamente concorde. Non altrettanto accade se si guarda quello che dicono gli sperimentatori che fecero i loro studi su delle parti del sistema nervoso, nelle quali si comprendessero dei gangli. Il linguaggio di che allora fanno uso è quasi sempre assai diverso da quello adoperato nei casi precedentemente citati. Gli esperimenti, si dice, non sempre riescono: perchè l'effetto si ottenga sono necessarie certe condizioni che vengono spesso determinate con affermazioni poco sicure ed esatte, e spesso in modo diverso dai diversi osservatori; e se si esaminano i ragguagli circostanziati dei singoli esperimenti fatti da un istesso esperimentatore e col medesimo metodo, non è raro trovare che non combinano in tutte le loro parti; cosa che non accade mai quando si tratta di semplici cordoni nervosi. Questa diversa fisonomia dei resultati sperimentali ottenuti nelle due preaccennate serie di osservazioni, già da molti anni aveva fermato la mia attenzione per modo che esponendo ai miei alunni le generalità della fisiologia del sistema nervoso, me ne valevo nel senso che fra poco dirò. A confortarmi in questo proposito si aggiunse, qualche tempo fa, che leggendo nel suo originale il ben noto lavoro di Ed. Weber sulla contrazione muscolare vi trovai scritto che « non si può provocare i movimenti dei muscoli

« della vita organica mediante la stimolazione dei loro nervi, « colla sicurezza con cui si eccitano i movimenti reflessi dei muscoli « della vita animale 1) »: e più oltre « il fatto che i migliori os- « servatori si trovano in questo in contraddizione fra loro, prova « che la causa della incertezza non sta nelle osservazioni, ma « bensì nei nervi e nei muscoli che ne sono subietto 2) »: e finalmente « anche i muscoli della vita organica possono essere « fatti contrarre con pienissima sicurezza agendo sulla loro so- « stanza; i nervi hanno con loro i medesimi rapporti che coi mu- « scoli della vita animale, talchè dovrebbe la contrazione susci- « tarsi egualmente mediante i nervi che vanno ai muscoli, come « per stimolazione del loro tessuto; lo che non si verifica 3) ». Questa incostanza di resultati non ad altro mi pare si possa attribuire che al non essere sempre eguali le attitudini organiche della sostanza dei gangli, ossia delle cellule che la caratterizzano; talchè per queste cellule, oltre alla loro *associabilità* funzionale, converrebbe ammettere anche una certa *variabilità* delle loro proprietà organiche. Nè con questa generica denominazione di proprietà organiche, intendo già che dobbiamo supporre in questi elementi istologici delle proprietà misteriose e non dimostrate. A qualche parte degli organi nervosi centrali venne da taluno attribuita l'attitudine di produrre automaticamente della forza nervosa; ma di questo non mi occuperò, perchè è cosa della quale non abbiamo per ora prove che la rendano sicuramente accettabile, e perchè non ve ne è bisogno per quello di che intendo parlare. Lasciando in disparte questa contestabile funzione, consideriamo le cellule soltanto come organi di trasmissione della forza nervosa che suscitano gli stimoli quando agiscono

1) Man nicht mit der Sichereit mit welcher man Reflexbevegungen der animalischen Muskeln erregt, Bevegungen der organischen Muskeln durch Reizung ihrer Nerven bewirken kann.

2) Die Thatsache, dass die besten Beobachtern hierüber mit einander in Widerspruch stehen, beweis't dass die Ursache der Unsichereit nicht in Beobachtungen, sondern in beobachteten Nerven und Muskeln liege.

3) Man bringt auch die organischen Muskeln durch einwirkungen auf ihre Substanz mit wolkommener Sichereit zur zusammenziehung, und standen die Nerven zu diesem in derselben Werhaltnisse, wie zu der animalischen, so musste darselbe auf gleiche Weise durch der zu innen gehenden Nerven, wie durch Reizung ihrer Substanz geschehen, was aber nicht der Fall ist.

sugli organi nervosi delle estremità periferiche delle fibre, ed anche in questo modo, se non pare troppo arrischiata supposizione, ammettere nelle cellule quella associabilità e quella variabilità di attitudini che ho accennato più sopra, desse ci compariranno come mirabilmente atte a produrre effetti molteplici ed importanti.

§. 13. **Importanza di queste proprietà.** — Supponiamo infatti che uno stimolo agendo su degli organi nervosi periferici, e così dicendo non intendo alludere unicamente a quelli delle parti superficiali del corpo, ma ancora a quelli che stanno nella profondità dei tessuti, dovunque si terminano delle fibre nervose centripete; supponiamo, dico, che uno stimolo faccia sprigionare una certa quantità di forza nervosa. Questa forza nervosa risalirà su per le fibre centripete nelle quali si è trovata necessariamente incanalata, e sino che procede in quelle non passerà in altre fibre da quelle nelle quali era penetrata sino da principio. Supponiamo che queste fibre arrivino ad un ganglio; la corrente nervosa potrà allora essere travasata nei rami che emergono dal ganglio, e produrrà fenomeni diversi secondo l'organo cui fa capo il nervo, nel quale la corrente nervosa fu mandata dalle cellule interposte; giacchè il carattere del fenomeno terminale non va attribuito alla forza nervosa stessa, ma alla qualità dell'organo che dessa fa entrare in azione. Nessuna conseguenza meritevole di molta considerazione si avrebbe peraltro se le cellule costituenti l'arco di comunicazione fra le fibre nervose compissero sempre in un modo identico questo loro ufficio come organi di trasmissione; molto diverse invece debbono essere le cose se si ammette che possano compierlo in modo alquanto variabile. In questo caso potrà accadere che la corrente nervosa condotta dal nervo centripeto passi ora più ed ora meno liberamente, o non passi affatto, e produca per conseguenza effetti ora più ed ora meno grandi, o non ne produca nessuno: potrà accadere che trovi permeabili certe serie di cellule che la conducano ad uno dei nervi emergenti, e produca dei fenomeni la di cui forma deriverà dalla qualità dell'organo cui quel nervo si distribuisce; o trovi invece permeabili delle altre cellule, ed emerga in un nervo diverso dal primo dando impulso ad un fenomeno parimente diverso, a motivo del differente carattere dell'organo nel quale termina quest'ultimo nervo: potrà accadere che senza emergere

in nessuno dei nervi centrifughi di quel ganglio, risalga sino ad un ganglio più centrale, o ad un centro nervoso, ed in grazia di questo più ampio arco nervoso produca i suoi effetti in un campo più vasto. In questa guisa poche cellule ganglionari potrebbero dar luogo a combinazioni assai numerose fra i diversi nervi centripeti e centrifughi di un ganglio; come avverrebbe in un sistema di fili metallici percorso da una corrente elettrica, se quel sistema fosse diviso in più parti suscettibili di esser messe temporariamente e variabilmente in comunicazione fra loro. In quei conduttori potrebbe l'elettrico essere avviato a mo' d'esempio ora in un sottile filo di platino ove produrrebbe luce e calore, ora in un voltametro ove decomporrebbe dell'acqua, ora in certe spirali in virtù delle quali si avrebbero le attrazioni polari delle magneti, ora a scoccare in forma di scintilla in un mescuglio esplosivo, per mezzo del quale si avessero poderosi effetti meccanici; e potrebbe ora esser lasciato passare liberamente e senza dispersione, in modo da produrre tutto l'effetto di cui è capace, ed ora invece trasmesso a stento, e disperso per modo che scarso o nullo ne fosse l'effetto.

Pur troppo di quelle due proprietà fisiologiche che basterebbero per rendere i gangli strumenti importantissimi perchè l'azione di uno stimolo, producesse, a seconda dei casi, effetti notevolmente diversi, non mi è riescito trovare prove dirette e sicure. Per questo anzi sono stato molto dubbioso prima di deciderni ad esporre le idee che mi sembrano assai probabili circa la fisiologia generale del sistema nervoso; parendomi indiscreto pretendere che altri se ne occupasse; e lo faccio adesso perchè vedo che sebbene la questione della dilatazione dei vasi già da non poco tempo occupi l'attenzione dei fisiologi non si è ancor giunti a formulare una dottrina certa e definitiva, e si affacciano spesso delle ipotesi, le quali non riescono inutili perchè tracciano la via a nuove serie di ricerche.

In mancanza di quelle prove dirette che sole potrebbero troncare ogni lite, mi pare non inutile ricordare alcuni casi nei quali la teoria che ho esposta si adatta, se non erro, facilmente alla interpretazione dei fatti. — Accade molte volte che le lesioni dei centri nervosi che si fanno istantaneamente per qualche esperimento, producono disturbi funzionali assai più gravi di altre lesioni non meno estese prodottesi lentamente per qualche degenerazione

dei tessuti di quei centri. Questo resultato mi sembra più facilmente spiegabile ammettendo che le trasmissioni nervose si effettuino fra le cellule in virtù di associazioni non necessariamente invariabili, anzichè ritenendo che seguano il tramite fisso della continuità anatomica fra certe cellule e certe altre. — Nello studiare i movimenti reflessi si è osservato che in una rana una lieve stimolazione di un arto, per esempio posteriore, provoca per lo più movimenti reflessi solamente nell'arto istesso, una più intensa anche in quello simile del lato opposto, una ancor più forte anche negli arti anteriori. Questo progressivo dilatarsi degli effetti della forza nervosa nella sostanza grigia del midollo, è del pari agevolmente esplicabile ammettendo la libera e variabile associabilità delle cellule. — Vi sono alcuni casi nei quali certi muscoli sono ora soggetti alla volontà ed ora no, ed un esempio ce ne è offerto nei casi di ruminazione umana, o mericismo, dai muscoli della faringe normalmente involontari, giacchè in quei casi la volontà può comandarli facendo sì che a piacimento del ruminatore il bolo risalito su per l'esofago sia portato nella bocca ed assoggettato ad una seconda masticazione, o sia deglutito senza passare prima nella cavità buccale. In questi casi i nervi di quei muscoli hanno relazioni diverse coi centri nervosi secondo che obbediscono o no agli impulsi volitivi, e questa è cosa agevole ad intendersi ammettendo la variabilità delle connessioni funzionali delle cellule nervee, e meno agevole invece subordinando quei rapporti funzionali alle connessioni anatomiche degli elementi istologici, le quali sono un fatto materiale non mutabile da un momento ad un altro. — Tutti i casi in generale nei quali si verifica un variabile modo di agire di qualche parte dei centri o gangli nervosi, si prestano ad essere facilmente interpretati qualora si ammetta che mutabili possano essere le vie delle trasmissioni funzionali fra le cellule: e non riescirebbe neppur difficile intendere i casi in cui uno stimolo agendo sovra un ganglio produce per un tempo più o meno lungo degli effetti che poi si dileguano, abbenchè lo stimolo seguiti ad operare; giacchè non parrebbe strano che le cellule si fossero nel frattempo modificate per guisa che le trasmissioni della stimolazione avessero mutato modo. — A proposito della probabilità che fra le cellule non esistano relazioni funzionali affatto invariabili, mi piace anzi aggiungere che secondo questa teoria non dovrebbe recare sorpresa

che gli istologhi abbiano fatto poco frutto cercando di dimostrare fra i prolungamenti delle cellule delle regolari e frequenti comunicazioni, imperocchè per conciliare la continua permanenza di quelle comunicazioni colla molteplice variabilità delle relazioni funzionali delle cellule bisognerebbe ricorrere alla complicata e poco plausibile supposizione che quei filamenti potessero essere ora sì ed ora no permeabili alla corrente nervosa.

Le cose qui sopra enumerate concorrono a dar colore di probabilità alle idee da me precedentemente esposte, ma so bene che non hanno il valore di una prova vera e propria; ed anzi, perchè non si creda che io mi nasconda le imperfezioni del mio schema teorico, non voglio tacere che di due cose non ho saputo rendermi conto, consistente l'una nella connessione delle cellule dei gangli con alcune fibre nervose, mentre rimangono separate anatomicamente da altre sulle quali pure parrebbe dovessero esercitare il loro potere; l'altra nella differenza dei caratteri istologici delle cellule dei gangli in confronto di quelle dei centri nervosi. Vero si è che per quanto sappiamo della azione trofica spiegata dalle cellule sulle fibre nervose, dessa si esercita del pari sulle fibre unite alle cellule per continuità di tessuto e su quelle che ne sono anatomicamente separate; ma pure sembra poco credibile che non vi debba essere qualche differenza nelle relazioni funzionali delle cellule, per esempio dei gangli spinali, con quelle due categorie di fibre; differenza che non sappiamo dire in che cosa consista. Circa i diversi caratteri istologici delle due qualità di cellule nervose è da avvertire, che per quanto delle differenze funzionali, che non saprei precisare, debbano presumibilmente corrispondere a quei caratteri istologici, non dobbiamo dimenticare che per ora mancano i canoni di istologia generale che mettano in relazione colle funzioni degli elementi istologici le caratteristiche della forma, della misura, del colore, ec. dei medesimi, talchè non possiamo dai caratteri istologici trarre conseguenze fisiologiche ben fondate. Differenti per dimensione, per figura, per struttura sono per esempio i globuli sanguigni dei mammiferi e degli uccelli, giacchè i mammiferi li hanno discoidali, generalmente piccoli, non nucleati, e gli uccelli invece li hanno ellittici, più grandi e nucleati; eppure quei corpiciattoli così diversi istologicamente compiono, per quanto possiamo conoscere, i medesimi uffici. Eguali sono le cellule epite-

liali di diverse glandule, delle quali quelle cellule sono la parte caratteristica, sebbene fra i prodotti della funzione di quelle glandule corrano spesso grandissime differenze.

§. 14. **Leggi delle proprietà delle cellule nervose.** — Se nelle cellule nervose esiste quella variabilità di attitudini funzionali che per tutte le anzidette cose mi pare assai plausibile ammettere, quali saranno le cagioni per le quali dessa sarà fatta agire in modo bene ordinato e regolare? Nessuno per certo vorrà credere che le cellule, quasichè fossero dotate della facoltà di operare a loro arbitrio e capriccio, si prestino o si rifiutino alla trasmissione della forza nervosa: bisogna dunque credere che, se questa funzione delle cellule nervose si compie o non si compie, e se si compie con differente facilità ora per certe ed ora per certe altre serie di cellule, la cosa debba accadere per delle influenze valevoli a modificare in modi diversi quelli elementi istologici. Di che qualità possono essere queste influenze? per che via possono giungere sino alle cellule dei gangli? Collocati come sono i gangli profondamente in mezzo ai tessuti dell'organismo, non si può in modo alcuno supporre che gli agenti esteriori giungano sino a loro e ne modifichino variabilmente la condizione. Il sangue, e l'azione nervosa che proviene da una o da un' altra parte dell'organismo e si trasmette per i filamenti nervosi che direttamente od indirettamente collegano ogni ganglio con tutti gli altri, rimangono dunque le due sole cose che possono produrre gli effetti di che ora si tratta. L'azione che esercita il sangue su i tessuti può, egli è vero, non essere sempre eguale, e delle conseguenze non sempre eguali possono perciò derivarne nel caso che stiamo considerando; sia che quel liquido si consideri come alimentatore della reazione nutritizia, e perciò uno dei fattori della costituzione chimica e quindi delle organiche proprietà delle cellule; sia che lo si consideri come uno stimolo che provoca le manifestazioni della loro attività: ma questa azione del sangue tanto nell'un caso quanto nell'altro difficilmente si può supporre che sia differente nelle diverse parti di un organo non molto esteso come è un ganglio. Circoscritta invece e rapidamente variabile può essere l'azione nervosa trasmessa ad ogni ganglio dalle fibre nervose che vi fanno capo provenendo da altre parti del sistema nervoso; le quali fibre dovrebbero perciò essere considerate come commissure destinate a subordi-

nare alla unità della vita dell'intiero individuo il variabile modo di agire delle singole parti del sistema nervoso, e, per mezzo di queste, degli organi che dipendono da ognuna di loro. Seguendo quest'ordine di idee un ganglio sarebbe dunque strumento di una notevole varietà negli effetti che susseguono ad una stimolazione, e di una varietà coordinata con tutti gli altri atti della vita dell'intiero organismo. Gli effetti di una stimolazione risalèndo per delle fibre centripete potrebbero essere reflessi per opera del primo ganglio che incontrano in certe od in certe altre delle fibre centrifughe che emergono da quello, producendo effetti diversi secondo la diversità degli organi ove vanno a terminare quei singoli nervi; potrebbero trovar chiuse tutte quelle vie e risalire a dei gangli più centrali producendo effetti meno strettamente localizzati; potrebbero sommarsi con altre preesistenti azioni stimolative che per altre vie venissero a quel ganglio, o potrebbero invece affievolirne od annullarne gli effetti in virtù di qualche modificazione delle cellule per le quali queste ultime azioni si trasmettevano. Tutto questo non accadrebbe irregolarmente ed a caso, bensì a seconda delle influenze che alle cellule di ogni ganglio giungerebbero da certe determinate parti del corpo, con una norma, cioè, nella quale si rappresenterebbe il consentire di tutti gli organi nella unità della vita individuale. — Che queste serie di svariate ed importanti conseguenze siano o no plausibilmente ammissibili, dipende dal grado di credibilità dei concetti generali che ho enunciato, giacchè la associabilità funzionale delle cellule nervose, e la variabilità della loro associazione basterebbero per rendersi conto di tutto.

CAPITOLO III.

Applicazione dei precedenti studi alla interpretazione del cangiamento di calibro dei vasi.

§. 15. **Modo di spiegazione della dilatazione susseguente ad uno stimolo.** — Se di queste idee facciamo applicazione al caso del quale prima avevo preso a parlare, quello cioè della dilatazione dei vasi, non sarà difficile, se non erro, rendersi conto del modo con cui le cose potrebbero procedere. — Se infatti il grado ordinario di contrazione delle fibre muscolari dei vasi, nel quale

consiste la tonicità vascolare, deriva fra le altre cose, dalla impressione poniamo del sangue, che operi come stimolo sulla superficie interna di quei vasi, bisognerà ammettere che la forza nervosa suscitata da quel contatto, risalga per delle fibre centripete che hanno la loro parte periferica là dove agì lo stimolo, e che arrivata a qualcuno di quei piccoli gangli trovati oggimai in tanto numero in moltissimi tessuti, si refletta sulle fibre muscolari dei vasi per mantenerle nella loro contrazione tonica. — Se la quantità dello stimolo derivante dal sangue crescerà o scemerà per dei cangiamenti di composizione di questo, è evidente che dovrà crescere o scemare anche la corrente nervosa, e con essa il grado di contrazione delle fibrille muscolari; ma è anche evidente che questa cosa si verificherà del pari, se crescerà o scemerà l'attitudine delle cellule di quel ganglio per trasmettere la corrente nervosa; ed allora benchè lo stimolo sia rimasto sempre eguale, diversamente grande sarà la contrazione muscolare che ne è l'ultima espressione. — La diminuita permeabilità del ganglio dovrebbe in questo caso, secondo le idee da me esposte, essere effetto di una azione condotta sino a lui da uno dei nervi che vi fanno capo, e poichè questo nervo agirebbe in siffatto modo, non di per sè ma in conseguenza di una stimolazione della sua estremità periferica, si avrebbe il caso, in apparenza strano, di una stimolazione che per ultimo resultato produrrebbe la diminuzione di una contrazione muscolare. — In questo caso la pressione statica del sangue dilaterà i vasi più di quanto erano per lo innanzi: quei vasi su i quali non hanno cessato di agire gli stimoli che ne mantengono la contrazione tonica, quei vasi che indipendentemente da qualsiasi cangiamento nella quantità di tali stimoli, debbono tornare a restringersi qualora i piccoli gangli, ai quali ho fatto allusione, subiscano per virtù di influenze provenienti da qualche parte dell'organismo, una nuova modificazione che faccia crescere la loro conducibilità. — Di un fenomeno in cui si ha diminuzione di una contrazione muscolare tonica in conseguenza di una stimolazione, ci offrono esempio gli sfinteri del retto e della vessica. — Per questi la contrazione tonica, deve rappresentare la conseguenza di alcune permanenti stimolazioni, dalle quali in modo del pari permanente deriva una corrente nervosa che traversa alcuni centri nervosi ed emerge nei nervi centrifughi che vanno a quelli sfinteri; la diminuzione

della contrazione di questi cingoli muscolari che consegue alla stimolazione prodotta dalle fecce o dall'orina, mi pare si possa ragionevolmente interpretare per mezzo della diminuita attitudine dei centri nervosi a mandare ai muscoli quella corrente, che ai ricordati centri è da credere che seguiti ad arrivare come prima imperocchè ci manca qualsiasi indizio per supporre diminuiti gli stimoli consueti. — Consimile modo di spiegazione si potrebbe applicare, se non mi inganno, ai fenomeni che si osservano nel cuore per la recisione, o per la stimolazione del pneumogastrico. — Il cuore si contrae e seguita a pulsare anche staccato dal corpo dell'animale, dunque anche allora esistono gli stimoli necessari per suscitare la forza nervosa, ed esistono gangli che ne regolarizzano la distribuzione; così è da supporre che procedano le cose quando il cuore è al suo posto, ed unito normalmente al resto del corpo. — L'azione del cuore peraltro, se deve stare in armonia col rimanente delle funzioni dell' organismo, non può dipendere esclusivamente da queste immediate e locali stimolazioni, ma si deve invece modificare a seconda delle condizioni non sempre eguali nelle quali saranno l'apparato respiratorio prima di tutti, eppoi chi sa quanti altri apparati dell'intiero organismo; e questa relazione male si potrebbe supporre che derivasse da altrettante categorie di fibre nervose che andassero da ognuno di quelli organi alla muscolatura del cuore, giacchè, fra le altre cose, i dati anatomici non permetterebbero questa supposizione. Più semplice e più concorde con questi dati, si è lo ammettere che le accennate relazioni funzionali si stabiliscano per mezzo di commissure, che mettano in rapporto i centri nervosi cardiaci con altre parti dell' intiero sistema nervoso, dalle quali siano mandate al sistema cardiaco le mutabili influenze che provengono dagli apparati accennati più sopra. — Fra i nervi che fanno capo ai plessi cardiaci ve ne ha uno, che ha strette relazioni anche coll'apparato respiratorio, recidendo il quale si rendono più frequenti le pulsazioni cardiache, che si diradano invece stimolandolo; non è egli naturale il pensare che quel nervo eserciti abitualmente sulle cellule dei gangli cardiaci una azione, quasi direi torpente, sopprimendo la quale le pulsazioni si debbono affrettare, esagerandola si debbono invece rallentare e sin'anco sopprimere? È vero che alla lunga quest'ultimo effetto cessa, ma non è il primo esempio di azioni stimolative la di cui

azione scema o si spenge se si prolunga troppo, per una specie di stanchezza relativa, massime se si tratta di stimolazioni forti. — Questo nervo sarebbe allora armonizzatore efficace delle azioni cardiache cogli atti del respiro, e forse anche con altre funzioni, gli apparati organici delle quali potrebbero fare risalire sino alla origine delle di lui fibre delle influenze che per suo mezzo giungerebbero poi ai gangli cardiaci. — Le modificazioni nel modo di agire di questo nervo produrrebbero ora un aumento ed ora una diminuzione della attività cardiaca, nè questo ci deve parere strano perchè per il cuore come per gli sfinteri, per gli organi cioè che per opera di stimolazioni continue sono mantenuti in un certo grado di azione, è naturale che per armonizzare le funzioni loro con quelle di altri organi vi debba essere non solo il modo di rinforzarle per l'aggiunta di stimoli nuovi venuti da una o da un' altra parte, o, come sarebbe nel caso nostro, mediante la più libera azione di quelli consueti, ma debba anche essere possibile di scemarle sebbene la somma degli ordinari e più immediati stimoli non abbia sofferto diminuzioni. — Che certe parti dei centri nervosi dispieghino su certe altre una efficacia che ne limiti e ne renda meno facili alcuni modi di agire, è cosa che si osserva manifestamente, per esempio, nei rapporti fra l'encefalo ed il midollo spinale; giacchè tutti sanno che quando il midollo è separato dai centri encefalici i movimenti reflessi doventano più facili ed energici. Il quale fenomeno somiglia grandemente a quello che ci offre il cuore nei suoi rapporti col pneumo gastrico. In questo caso il midollo sta a riscontro coi gangli cardiaci, i nervi spinali sensiferi e motori coi nervi cardiaci centripeti e centrifughi, le fibre commissurali dall'encefalo al midollo col pneumo gastrico, e le azioni reflesse spinali colle pulsazioni cardiache. — L'influenza modificatrice delle condizioni dei vasi nei modi che ho cercato di spiegare può derivare da una sede vicina a quella in cui la dilatazione si manifesta, come sarebbe nell'arrossamento di una parte per l' applicazione di sostanze irritanti sulla sua esterna superficie; può provenire da parti lontane come quando la faccia arrossa od impallidisce per una impressione morale, o per una sensazione piacevole o dolorosa. — Di cosiffatto modo di azioni nervose influenti sulla maggiore o minor dilatazione dei vasi, ne abbiamo la prova nel notissimo fatto dell'arrossamento della pelle della testa dopo la sezione del gran simpatico cervi-

cale, nel suo impallidire per la stimolazione di questo nervo, e nella congenere influenza che per le esperienze dello Schiff, del Bernard, ec. esercitano, per esempio, sovra la circolazione degli arti alcuni punti degli organi nervosi centrali.

Adottando l'ordine di idee che sono venuto esponendo, mi pare che la spiegazione della dilatazione vascolare riescirebbe semplice, e non dipenderebbe da un meccanismo ideato appositamente per la interpretazione dei fenomeni vascolari, ma da una cosa che anche altrove produce effetti congeneri. — Questo modo di interpretazione mi pare perciò preferibile a quello della supposta azione dilatatrice delle fibre muscolari, ed a quello di una iniezione or più ed or meno energica del sangue nei piccoli vasi, per effetto di un moto peristallico delle tuniche arteriose.

Esame delle dottrine ora menzionate. — Contro la prima di quelle dottrine, sostenuta con molto ingegno, fra gli altri, dal Luciani, stanno le quasi insuperabili difficoltà del problema considerato dal lato meccanico; imperocchè non si sa intendere come delle fibre muscolari situate trasversalmente all'asse del vaso, possano mai agire in maniera da farne aumentare il calibro. — Il Luciani ha supposto è vero che nel modo istesso con cui nella ordinaria contrazione muscolare le molecole delle fibre prendono con forza, per una loro speciale attività organica obbediente all'impulso nervoso, una disposizione che rende la fibra più corta e più grossa, così al cessare di questa contrazione quelle molecole prendano con forza, e per una proprietà simile alla precedente, una situazione che renda la fibra più sottile e più lunga. — Relativamente a questa supposizione la prima cosa che occorrerebbe sarebbe una dimostrazione che questo stringimento ed allungamento delle fibre contrattili è realmente dovuto ad una proprietà organica messa in giuoco ora più ed ora meno dalla forza nervosa, anzichè dipendere dal contrasto di una forza elastica costante che al cessare della energica contrazione muscolare tende a riporre le molecole nella loro antica posizione, ed una variabile resistenza dovuta ai gradi non sempre eguali di contrazione tonica nella quale il muscolo persevera negli intervalli fra i suoi manifesti convellimenti; e questa dimostrazione non mi sembra che per ora sia stata data. — Quando poi l'attività organica dell'allungamento delle fibre muscolari fosse proprio provata e si dovesse necessariamente ammettere, non si potrebbe per questo farne de-

rivare una dilatazione dei piccoli vasi, perchè le tenui e non molte fibrille contrattili esistenti nelle loro tuniche prenderebbero più facilmente nello allungarsi una direzione flessuosa, di quello che costituire degli archi rigidi che costringessero le pareti del vaso a disporsi secondo una curva più larga che per lo innanzi.

In quanto poi alla dottrina fondata sul movimento peristallico delle arterie credo che nelle circostanze di fatto che si verificano nella circolazione sanguigna non si possa con quella teoria arrivare ai resultati che si avrebbero in mira. — Se in un punto di un vaso, per la contrazione di alcune fibre muscolari si produce uno stringimento che rimanga fermo nel luogo ove nacque, è facile intendere che la corrente del sangue sarà indebolita, come lo sarebbe la corrente di qualsiasi liquido in un tubo che avesse un piccolo tratto più angusto, a motivo delle deviazioni dei filetti liquidi in corrispondenza di quell' anello ristretto, e della dispersione di forza che ne consegue. — Se lo stringimento anzichè rimanere sempre fermo nel luogo istesso, si sposta lungo il vaso nella direzione della corrente e con velocità pari alla sua, è evidente che l'effetto sulla libertà di quella corrente medesima sarà nullo: allora infatti una massa di sangue configurata come un cilindro sottile più in un punto che negli altri, si muove entro un canale la di cui forma è ad ogni istante modellata sulla sua, talchè non vi è mai caso che quella massa sanguigna debba modificare la sua configurazione, e manca per conseguenza la causa di dispersione di forza esistente nel caso del ristringimento fisso. — Se la sezione ristretta non rimane immobile come nel primo caso già supposto, ma si sposta con velocità minore di quella del sangue, è facile intendere che la diminuzione di forza della corrente sanguigna sarà minore che nel primo caso, ma nondimeno esisterà perchè si verificherà il fatto che la corrente sanguigna si trafila traversando la sezione ristretta del vaso. — Poichè dunque sappiamo che la velocità della corrente sanguigna è molto grande, riesce difficilissimo persuadersi che il movimento peristallico delle piccole arterie, quando pure fosse ben provato che costituisse un fenomeno normale e regolarmente ritmico della vita di tutte le arterie, abbia una così grande velocità di traslazione da superare quella della corrente sanguigna, nel quale unico caso potrebbe dare un impulso addizionale al corso del sangue, e potrebbe perciò spingere con più forza questo

liquido nei capillari dipendenti dalle arterie nelle quali si effettuasse quella specie di moto peristallico.

§. 16. **Effetti diversi del diverso modo di effettuarsi e di combinarsi dei cangiamenti nel calibro dei vasi.** — Le modificazioni della circolazione sanguigna nelle reti capillari sono state sempre considerate come importantissime per le conseguenze che agevolmente si intendeva dovessero derivarne per la nutrizione dei tessuti, e per la secrezione; e questo, come già dissi altrove, è il motivo pel quale con tanta premura si adoperano i fisiologi a mettere in chiaro per quanto possono il meccanismo di quelle modificazioni. — Delle quali se non mi inganno può esser conveniente indagare e studiare particolarmente i più probabili modi, anzichè fermarsi ad ammetterne la generica importanza, perchè altrimenti è quasi impossibile non errare interpretando il modo di genesi degli effetti che caso per caso sono prodotti dalle anzidette cagioni. — Disgraziatamente i fenomeni della circolazione capillare si compiono nell' interno dei tessuti dove o non possiamo giungere coi nostri mezzi di osservazione, o lo possiamo molto imperfettamente e mediante operazioni che recano disturbo in quello che vorremmo conoscere nel suo andamento normale. — Qualche considerazione non affatto priva di utilità credo nondimeno si possa fare sull' argomento in discorso, e di questo dirò ora qualche parola.

Delle notevoli modificazioni si possono verificare nella circolazione sanguigna nei piccoli vasi per delle cagioni che facciano crescere o scemare la resistenza offerta alla spinta del sangue dalle pareti di quei vasi, o le pressioni esterne a quelle pareti, imperocchè ambedue queste cose possono produrre un cangiamento notevole nel calibro dei menzionati vasellini. — Non è peraltro necessario che i piccoli vasi, e con questa denominazione intendo di comprendere i capillari non solo ma anche le arteriuzze e le venuzze colle quali sono connessi, si restringano o si slarghino sempre ad un modo, ed uniformemente dal principio al termine della via che il sangue percorre entro di loro; ed anzi non pochi fatti, specialmente patologici, ci fanno ritenere che la circolazione sanguigna possa in un organo deviare dal tipo abituale in modi assai diversi. Non sarà inutile adunque che ci fermiamo a considerare quali, coi dati che abbiamo, possiamo credere che siano i principali di questi modi,

sebbene ci manchi la possibilità di constatare direttamente se si verificano tutti, ed in che misura, e se altri ancora ve ne siano da spiegarsi diversamente.

Se nelle piccole arterie si effettua una contrazione muscolare un poco maggiore del consueto quali ne saranno le conseguenze? Due casi conviene distinguere, l'uno cioè nel quale questa contrazione sia larghissimamente diffusa in molta parte del sistema circolatorio od anche nella sua totalità, l'altro nel quale invece sia circoscritta ad una regione molto limitata. Nel primo caso avremo degli effetti generali che mancheranno nel secondo, nel quale peraltro potremo sempre avere degli effetti locali importanti. — Poco è da dire adesso rispetto al primo caso, tanto più che le conseguenze estravascolari che ne derivano debbono essere presso a poco eguali a quelle che si verificano nell'altro. — Se tutte o quasi tutte le arteriuzze periferiche si restrigeranno in modo insolito, l'attrito che il sangue incontrerà traversandole sarà cresciuto; e poichè questo attrito costituisce nella circolazione del sangue molta parte del lavoro che i meccanici chiamano resistente, chiaro si è che qualora le contrazioni cardiache producano la forza medesima che per lo innanzi, ne rimarrà una porzione minore da convertire in lavoro utile. — Avremo dunque in questo caso un aumento della pressione del sangue al disopra dell'accresciuto ostacolo, un aumento cioè della pressione statica arteriosa, la quale, come tutti sanno, trae origine dalla difficoltà che incontra il sangue per escire dal sistema arterioso, e cresce col crescere di quella difficoltà. L'aumento della pressione statica sarà alla sua volta cagione di aumento di velocità nella corrente sanguigna che traversa le estreme arteriuzze che abbiamo supposto divenute più anguste, e così si arriverà al resultato che in ogni unità di tempo tanto sangue esca dalle arterie mediante quelle più sottili ma più veloci correnti, quanto nel tempo medesimo ne manda il cuore. — Se adunque il cuore manda nelle arterie, dopo il restringimento generale delle ramificazioni periferiche, tanto sangue quanto ve ne mandava prima, le correnti in quei vasellini doventati più angusti saranno per necessità più veloci; se poi, come conseguenza della mutata condizione delle arterie, o per altro motivo, le condizioni cardiache si modificano nella loro efficacia motrice del sangue, molti e diversi casi si potranno verificare dei quali sarebbe qui fuor di luogo l'esame.

Esaminiamo ora piuttosto quali saranno le cose più degne di nota nel caso che lo stringimento delle sottili arterie si effettui in una sede molto limitata: caso dal quale, come ognuno agevolmente intende, si può passare per una serie di gradazioni intermedie a quello di cui in precedenza ho fatto parola. Se le arteriuzze di una parte poco estesa del corpo si restringeranno, sarà in quella parte aumentato grandemente l'attrito che fa ostacolo al libero transito del sangue: la pressione statica nell'intiero sistema arterioso rimarrà inalterata atteso la grandissima quantità di sbocchi arteriosi rimasti quali erano prima, e solamente avverrà che per le arterie ristrette passi minor copia di sangue, e sia appena aumentata la dose di quello che traversa le arteriuzze numerosissime rimaste nelle condizioni primitive. — Meno sangue, per mezzo delle più ristrette arteriuzze, entrerà nei capillari che da quelle dipendono, dunque, se le condizioni dell' egresso nelle vene non avranno subìto modificazione, la pressione statica in quei capillari diminuirà in proporzione del ristringimento arterioso, o piuttosto, secondo la legge del Poiseuille, nella proporzione che è fra la quarta potenza del diametro dopo il restringimento colla quarta potenza del diametro primitivo. — Scemata la pressione statica, se non vi è nulla di nuovo nelle cose che le facevano equilibrio, vale a dire più che altro nella esterna pressione generata dai liquidi interstiziali, ne conseguirà che anche i capillari diverranno più sottili. — Meno sangue traverserà dunque in questo caso dei canali più angusti che per lo innanzi. — Il restringimento non sarà peraltro necessariamente proporzionato alla diminuzione della quantità del sangue, sì perchè in quel restringimento possono influire delle cose esterne ai vasi, che non serbano rapporto costante coi fenomeni della circolazione, e sì perchè la elasticità agendo tanto più fortemente quanto maggiore fu la distensione precedente, il rientrare delle tuniche dei vasi in se stesse per diminuzione di una data quantità di spinta sanguigna, sarà tanto più grande quanto più fortemente quei vasi erano in precedenza distesi. — Impossibile riesce per le anzidette cose determinare a priori il cangiamento nella velocità delle correnti sanguigne per entro ai capillari dipendenti dalle arterie che si restrinsero, e bisogna ammettere che quella velocità potrà rimanere inalterata, potrà crescere, o potrà scemare, secondo il rapporto che si verificherà fra la diminuzione

della quantità di sangue che passa per quei capillari ed il grado del loro impiccolimento.

Abbiamo supposto sino a qui che nessun cangiamento sia avvenuto nelle venuzze per le quali il sangue deve escire dalla rete capillare presa in esame. Che cosa sarà se anche in queste accadranno dei cangiamenti di calibro? — Se le venuzze si slargano per diminuita contrazione delle loro fibre circolari, mentre le arterie si restringono come abbiamo supposto, si intende agevolmente che la diminuzione della pressione statica al disotto dello stringimento arterioso diverrà anche maggiore attesa la più facile escita del sangue dai capillari; minore adunque si ridurrà anche per questo la dilatazione dei capillari medesimi. — Un poco più di sangue passerà allora a traverso l'organo nei vasi del quale tali cangiamenti avvennero, perchè è diminuito uno degli ostacoli da superare, e probabilmente sarà aumentata la velocità di traslazione del sangue. — Se le venuzze anzichè slargarsi si restringono, potrà accadere che questo restringimento sia così proporzionato a quello delle piccole arterie da ricondurre al consueto grado la pressione statica dei vasi capillari, e la loro dilatazione, ed allora, poichè il sangue che arriva per le ristrette arterie sarà meno copioso del solito, sarà minore la velocità del suo movimento. Potrà invece accadere che lo stringimento venoso sia anche maggiore, ed allora si avrà nei capillari aumento di pressione statica e di slargamento vascolare, e poichè dalle arterie arriva meno sangue che nelle ordinarie condizioni, sarà scemata notevolmente la velocità del suo corso.

Facile riesce dopo quanto ora ho detto immaginare quello che dovrà essere quando le arteriuzze immittenti in una rete capillare anzichè stringersi si allargano. — Se le vene non soffrono contemporanee modificazioni, si avrà, aumento di pressione statica e dilatazione nei capillari, irrigazione sanguigna ben poco aumentata perchè i canali di egresso (venuzze) non dilatati non lo consentono; e sebbene la pressione più forte debba far passare il sangue con più velocità a traverso quelle vene, l'effetto non sarà molto grande perchè l'attrito crescendo col crescere della velocità limiterà assai efficacemente quel primo effetto. — La velocità del sangue nei capillari slargati dovrà dunque diminuire, perchè una quantità di sangue presso a poco eguale a quella di prima traverserà un alveo più ampio. — Se le vene si

dilateranno assieme alle arterie la pressione statica nei capillari potrà rimanere quale era avanti quella dilatazione, e così pure il diametro dei capillari, l'irrigazione sanguigna sarà aumentata perchè una quantità maggiore di sangue traverserà in un dato tempo quei capillari, muovendosi in essi con maggiore velocità: e qualora la dilatazione venosa sia anche maggiore, questi ultimi effetti potranno inoltre essere accompagnati da diminuzione di pressione statica nei capillari, e da conseguente diminuzione del calibro di questi vasi.

Da quello che sino a qui siamo venuti esaminando intorno al cangiamento del calibro dei vasi in uno od in un altro punto delle reti vascolari (arteriuzze, capillari, venuzze) dei singoli organi, possono dunque derivare delle conseguenze di molto rilievo in quel che vi è di più importante nella circolazione capillare. — Quei cangiamenti potranno luogo per luogo e momento per momento mantenere la circolazione capillare di ogni organo proporzionata ai bisogni della sua nutrizione e delle sue funzioni, i quali possono essere differenti per ognuno di quelli organi, e possono mutare con diversa misura col variare di certe o certe altre circostanze. — Da quei medesimi cangiamenti potranno anche derivare talora degli effetti notevolissimi per ciò che concerne i locali processi patologici.

La quantità del sangue che traversa in un determinato tempo una data rete capillare, ossia l'abbondanza della irrigazione sanguigna, la velocità delle correnti di quel sangue, la sua pressione statica, il diametro dei capillari, sono altrettante cose che nella circolazione capillare di una parte del corpo possono, come già abbiamo veduto, subìre notevoli modificazioni, e possono in questi loro cangiamenti essere fra loro indipendenti. — Impossibile sarebbe, coi dati che adesso possediamo, dire quando ed entro quali limiti, questa possibile indipendenza si debba tradurre in atto, ed in quali e quante maniere si possano combinare quelle diverse modificazioni della circolazione capillare, o quali caso per caso debbano esserne le conseguenze rispetto ai fenomeni nutritizii o di secrezione nei circostanti tessuti. — Un organo può ricevere più sangue di quanto ne ricevesse per lo innanzi, e quell'aumento di irrigazione sanguigna si può accompagnare coll'aumento della velocità delle correnti sanguigne, qualora i capillari non si dilatino corrispondentemente; può essere invece accompagnato con

diminuzione di velocità se si dilatano molto. — Anche la pressione può essere differente rimanendo eguale la dilatazione vascolare, perchè differente può essere la quantità della pressione estravascolare dei succhi interstiziali che le fa in parte equilibrio. — Di queste diverse particolarità della circolazione capillare sappiamo pur troppo ben poco, ma ad ogni modo si può dire che non vi è ragione per considerarne alcune e giudicare a priori insignificanti tutte le altre.

Una cosa che non possiamo credere priva di importanza, sebbene non ci sia dato parlarne con sufficiente cognizione di causa, si è quella del luogo nel quale si effettuano gli slargamenti o restringimenti delle vie che percorre il sangue passando dalle arterie alle vene. — Per semplicità di discorso ho parlato sino ad ora di contrazioni delle fibre muscolari delle piccole arterie e delle piccole vene, ma non possiamo dimenticare che anche fra i capillari ve ne ha che manifestamente posseggono tali fibre; e così le precise località nelle quali desse entreranno in contrazione più o meno forte, faranno sì che le conseguenze che ne derivano si rendano avvertibili o prevalentemente nella parte mediana di quel sottile sistema di vasi, o prevalentemente in quella più verso le arterie o verso le vene, od in più di una parte nel tempo medesimo; talchè anche per questo, un nuovo elemento capace di accrescere la varietà dei resultati, si verrà ad aggiungere agli altri enumerati più sopra.

§. 17. **Genesi del succo interstiziale.** — Il motivo pel quale le modificazioni nella circolazione capillare ed il meccanismo che le produce parvero cose tanto interessanti per i fisiologhi e per i patologhi è, come già dissi in principio, che dal modo di compiersi di quella circolazione derivano delle conseguenze direttamente legate cogli atti più intimi della vita organica dei tessuti. — Non unicamente peraltro dal modo di effettuarsi della circolazione capillare possiamo far derivare l'andamento della vita organica; se vorremo dunque farci una giusta idea del grado di importanza che in questo caso dobbiamo attribuire alla circolazione capillare e per conseguenza al meccanismo che la modifica, bisognerà che procuriamo di precisare come meglio ci sarà possibile le nostre idee rispetto alla parte più sostanziale di quel processo, ed alle diverse cagioni che possono cooperare a produrlo. — Su questo argomento stimo perciò non inutile fermare il discorso, sebbene

pur troppo la grande scarsità dei dati di cui possiamo disporre, non ci permetta di inoltrarci molto nella anzidetta via.

Le tuniche dei capillari sono sottili e permeabili, la pressione statica cui soggiace il sangue nell' interno dei vasi dovrà adunque produrre una filtrazione di un liquido proveniente dal plasma sanguigno, e questa sarà la sorgente prima del succo interstiziale, che riempie e più o meno distende le lacune minutissime che abbondano in tutti i tessuti dell'organismo animale. — Di questa penetrazione di alcune parti del sangue in seno ai tessuti ognuno comprende la importanza: ognuno può agevolmente capire che senza questa il passaggio del sangue chiuso nei suoi vasi a nulla approderebbe per la nutrizione di quei tessuti. — La filtrazione di che si tratta non sarà sempre egualmente copiosa: questa filtrazione non farà sempre passare a traverso le tuniche dei capillari tutte le diverse qualità di molecole che si trovano nel plasma sanguigno, perchè essendo diversa l'attrazione adesiva di ciascuna di quelle diverse molecole per le molecole del filtro, passeranno meglio, e perciò in maggior copia quelle nelle quali tale affinità è maggiore. — La pressione cui soggiace il sangue, come anche le attrazioni molecolari delle molecole di diverse qualità contenute nel plasma sanguigno, tanto fra loro quanto colle molecole delle tuniche dei capillari, potranno, come i fisici ci insegnano, avere influenza sulla quantità non solo ma ancora sulla qualità del liquido che filtra a traverso quelle tuniche.

Dei cangiamenti della pressione statica del sangue nei piccoli vasi, e della loro possibile limitazione ad una determinata parte del corpo, del meccanismo delle azioni nervose e muscolari capaci di produrre quei cangiamenti, detti già qualche cenno nelle pagine precedenti. — Ora ci conviene considerare un po più diligentemente l' effetto che da quei cangiamenti può derivare rispetto al succo interstiziale dei tessuti, per conoscere quello che è ragionevolmente da attribuire ad essi, e quello che è invece da attribuire ad altre cagioni, nel renderci conto delle proprietà di questo importantissimo umore.

§. 18. **Modificazioni nella genesi del succo interstiziale. — Quantitativamente.** — L' abbondanza della filtrazione che ora abbiamo preso a considerare, dipenderà dal diverso grado della pressione del sangue, dalla composizione del plasma sanguigno, dalla costituzione non sempre necessariamente identica delle tuniche dei vasi,

ma dipenderà poi anche da tutto quello che concerne i mezzi per opera dei quali viene remosso d' attorno ai vasi il liquido già filtrato, che accumulandosi in quella località farebbe nascere una pressione esterna, capace di porre ostacolo alla continuazione della filtrazione. — I linfatici ricevono e trasportano molta parte del filtrato interstiziale, sia perchè le estreme loro radici abbiano comunicazione colle lacune interstiziali dei tessuti, o sia per la tenuità o permeabilità di una qualsiasi membranella che le limiti da quel lato. Quei linfatici, anche dove sono molto sottili, hanno nelle loro tuniche delle fibre contrattili, le quali, modificando il calibro di essi vasi, potranno esercitare influenza efficace sulla libertà del corso della linfa, e per conseguenza sullo sgorgo del liquido interstiziale dalle lacune ove per la primitiva filtrazione si era raccolto; potranno cioè influire sulla pressione a cui soggiace in quelle lacune il ricordato umore e, mediante questa pressione, sulla dilatazione più o meno grande dei capillari sanguigni. L'azione di queste fibre non sarà la sola cosa capace di modificare la libertà e speditezza del corso della linfa nei piccoli linfatici, ma questa particolarmente ho voluto ricordare perchè generalmente non considerata quanto conviene, e perchè molto affine per natura sua agli argomenti di cui ci siamo precedentemente occupati. — Rispetto a questa voglio anzi far notare come tutte le volte che il succo interstiziale troverà più facile esito per la via dei linfatici, la filtrazione a traverso le tuniche dei capillari sanguigni potrà essere più rapida e copiosa, senzachè sia divenuta altrettanto più celere e copiosa la irrigazione sanguigna della parte nella quale questo fatto si verifica.

Questa che ora ho esaminato non è peraltro la sola via per la quale il succo interstiziale si può allontanare dalle sue sedi: quel liquido per virtù di fenomeni endosmotici può penetrare oltrechè nei sottili vasi linfatici privi di comunicazione diretta colle lacune, anche nei sottili vasellini sanguigni, mischiandosi in quelli col sangue che va alle vene. — Può a prima giunta parere strano che laddove si ha filtrazione dall' interno all' esterno dei vasi, si ammetta un contemporaneo passaggio di molecole dall' esterno all' interno; ma non è difficile intendere come vanno le cose. — Perchè sia possibile la filtrazione occorrono dei pori discretamente ampi, e per questi appunto passerà il filtrato del sangue: nelle porosità più minute non si possono muovere per i

forti attriti i filetti liquidi spinti da forze che non siano potentissime; per quelle piccolissime porosità per conseguenza non si effettuerà nessuna filtrazione, ma potranno bensì passare le molecole che producono i fenomeni endosmotici, le quali sono messe in moto da delle forze attive soltanto a distanze incommensurabilmente piccole, ma capaci entro quei ristretti confini di azioni poderosissime. — Anche questi fenomeni endosmotici, che ricordo unicamente perchè sono capaci di modificare la quantità del succo interstiziale, possono trovare impedimenti od aiuti in più e diverse circostanze. — Di queste circostanze sarebbe fuori di luogo che io facessi qui una minuta enumerazione, perchè dovrei ripetere quello che i fisici hanno potuto conoscere delle leggi della endosmosi: mi limiterò per conseguenza a notare che ogni cosa la quale renda più sollecita o più stentata per questa via la remozione del succo interstiziale dalle lacune dei tessuti, renderà del pari più sollecita o stentata anche la filtrazione degli elementi del plasma sanguigno in quelle lacune.

Sulla facilità ed abbondanza della filtrazione del plasma potranno influire le cellule disseminate in seno ai tessuti? — Che queste cellule possano esercitare a qualche distanza dalla loro superficie una variabile forza attrattiva su certe o certe altre molecole del plasma sanguigno, è una delle tante cose che a qualcuno vennero in mente a proposito delle cellule, ma che peraltro, almeno per ora non si appoggiano a qualche dato di fatto od a valide ragioni di analogia, per le quali possa essere utile che ce ne occupiamo. — Potranno senza dubbio le cellule prendere dal succo interstiziale delle quantità ora maggiori ed ora minori delle sostanze che sono attorno a loro, ma così operando non faranno che si modifichi la pressione estravascolare, perchè quanto scemerà per la sofferta sottrazione il volume del liquido interstiziale, altrettanto crescerà il volume delle cellule che avranno accolto entro di sè le sostanze sottratte a quel liquido.

Qualitativamente. — Sino a quì ho enumerato diverse circostanze capaci di far variare la quantità del succo interstiziale e perciò la pressione che desso esercita su i vasellini sanguigni; quel succo peraltro può subire delle modificazioni qualitative, e di queste conviene che ci occupiamo, per vedere in che relazioni stanno per una parte colle già studiate modificazioni della circolazione capillare e per l'altra coi fenomeni della nutrizione,

che non di rado vengono considerati come troppo direttamente collegati al modo della circolazione sanguigna, senza analizzare con bastante diligenza, e dare la debita importanza a quanto concerne il succo interstiziale, che è quasi un anello intermedio fra le due cose ricordate più sopra.

La qualità di quel che passa a traverso un filtro deve, come ben si intende, dipendere in gran parte dalle proprietà fisiche del filtro; e poichè nel caso nostro il filtro, la tunica cioè dei vasellini sanguigni, può, per modificazioni precedentemente verificatesi nella sua nutrizione, non aver sempre identica composizione, è facile del pari comprendere che in tal caso anche nella composizione del filtrato potranno esistere delle differenze corrispondenti a quelle verificatesi nel filtro. — Sulla composizione del liquido che passa a traverso un filtro bisogna ammettere senza alcun dubbio che anche gli imponderabili possano in certi casi avere azione; ma è però vero che la sede profonda del fenomeno della filtrazione del plasma sanguigno deve in generale render difficile che questa cosa si verifichi nel caso che abbiamo preso a considerare, seppure non vogliamo tener conto dell'elettrico svoltosi nei fenomeni chimici che si effettuano si può dire in ogni parte del corpo. — Se alle cose già ricordate si possa o no aggiungere anche l'azione nervosa, come capace di modificare in un modo qualunque il movimento delle molecole che partecipano alle reazioni nutritive, non voglio ora esaminare, perchè capiterà in seguito migliore opportunità per studiare questa oscura questione.

Sulla qualità del filtrato che si produce attorno ai sottili vasi sanguigni, deve per necessità influire la composizione del liquido da filtrare, ossia del plasma sanguigno, derivante dalle aggiunte più o meno copiose che riceve per opera dell' assorbimento, le quali potranno far prevalere oltre l'usato ora l'uno ed ora l'altro dei suoi componenti normali, e potranno portarveli non sempre identicamente elaborati. Se uno dei corpi che si sogliono trovare nel filtrato scarseggerà od abbonderà nel liquido da filtrare, è molto facile che la sua abbondanza vari corrispondentemente anche nell'altro liquido. — Se una sostanza insolita si troverà nel liquido che filtra, dessa potrà anche andare a costituire un insolito elemento dal filtrato. — Potrà anche accadere, qualora questo nuovo corpo abbia una forte attrazione adesiva per uno dei com-

ponenti del sangue, che quel corpo nuovo, se è di quelli che possono passare molto bene a traverso il filtro, porti con sè qualche porzione di quel componente del sangue col quale sta in una stretta, abbenchè non chimica unione, che non avrebbe potuto prendere da per se stesso quella via; e, se il citato corpo è di quelli che molto difficilmente traversano il filtro, potrà invece accadere che desso costituisca un ostacolo alla filtrazione di quella tale sostanza per la quale ha attrazione adesiva potente, e che senza questa combinazione di forze sarebbe passata più o meno abbondante nel filtrato.

Anche le variazioni della pressione statica, le quali possono come già vedemmo verificarsi localmente con molta facilità, sono capaci di influire sulla composizione del filtrato interstiziale. Le diverse qualità di molecole commiste in un dato liquido che traversa un corpo poroso, non passano tutte con eguale facilità nelle tenuissime porosità del filtro; ed accade invece che alcune vi penetrino a preferenza e perciò in maggior copia delle altre per le ragioni che ora dirò. — Supponiamo che un liquido resulti di due qualità di molecole, supponiamo che una goccia di questo liquido venga puramente e semplicemente in contatto con un corpo poroso che abbia per le due categorie di molecole attrazione adesiva molto diversa: supponiamo che nessuna altra forza all' infuori di questa attrazione venga a complicare il fenomeno; che cosa dovrà egli accadere? Le molecole più fortemente attratte penetreranno nelle porosità, separandosi dalle altre che sono attratte meno, le quali rimarranno addietro, e si accumulerebbero attorno all' ingresso delle porosità se la forza diffusiva, o qualche movimento che accada nel liquido, non le allontanasse di là. — Diversamente anderanno le cose se il liquido anzichè trovarsi soltanto a contatto del corpo poroso, sarà invece cacciato nei meati di quel corpo da una forza che non appartenga, come quella sovracitata, intrinsecamente alle molecole del liquido o del setto, ma sia invece estrinseca ad esse ed operi in egual modo su tutte quante le molecole del liquido stesso, come appunto accade allorchè desso soggiace ad una pressione dovuta al suo proprio peso, o ad altra qualsiasi cagione. — In questo caso non si avrà soltanto una imbibizione, ossia la penetrazione del liquido nei meati del setto poroso, ma avremo anche il suo passaggio a traverso il setto, avremo cioè la filtrazione; ed il

movimento dei sottilissimi filetti liquidi nei meati del setto sarà tanto più veloce quanto maggiore la pressione che ne è la causa. — Questa velocità di movimento renderà più difficile che una delle due qualità di molecole esistenti nel liquido cui alludiamo si separi dall' altra presso gli orifizi dei pori del filtro nel modo detto di sopra. — Ed è chiaro che così dovrà accadere perchè l' adesione fra le due qualità di molecole esistenti nel liquido genererà fra di loro, allorchè si muovono quelle di una specie, un attrito crescente colla velocità del movimento come è legge generale degli attriti, in virtù del quale le molecole che naturalmente per le proprietà loro avrebbero dovuto penetrare nei meati del filtro porteranno con sè per ragione meccanica una quantità maggiore o minore delle altre che naturalmente per le proprietà loro sarebbero escluse. — A questo è anche da aggiungere che il rapido passare del liquido a traverso al filtro deve far sì che, qualora in sul principio le cose procedessero come ho detto nel caso della imbibizione, un poco più tardi le molecole per natura loro escluse dalle porosità del filtro e che perciò rimangono presso gli orifizi di quei pori, non abbiano tempo per allontanarsi di là in virtù della forza diffusiva, e rimanendo abbondanti presso quelli orifizi siano urtate e trascinate dai filetti liquidi che alquanto velocemente vi si introducono. — Se adunque la diversa attrazione adesiva di due ordini di molecole del liquido per le molecole del setto poroso potrà far sì che nei casi di semplice imbibizione una sola di quelle due specie di molecole penetri nelle porosità del setto, presso a poco altrettanto accadrà nelle lente filtrazioni effettuate con poca pressione, ma non altrettanto potrà avvenire se la pressione crescerà, ed allora sarà facile che nel filtrato anzichè una sola qualità di molecole si trovino ambedue, ed in proporzione diversa secondo il diverso grado di pressione che fa muovere il liquido a traverso il corpo poroso. — Questo che ho detto pel caso in cui nel liquido siano due qualità di molecole, torna egualmente quando ve ne esista un maggior numero; ed anzi in quel caso il fenomeno potrà essere anche più complicato, per la maggiore varietà delle forze adesive esistenti fra le più numerose specie di molecole.

§. 19. **Modificazioni successive. Endosmosi. Cellule ec.** — Quello che ho detto sin qui si riferisce alla primitiva genesi del succo

interstiziale per filtrazione a traverso le tuniche dei vasi, e si collega perciò necessariamente colle possibili modificazioni di alcune delle cose concernenti la circolazione nei capillari. Un altro ordine di fenomeni che in qualche modo sente la influenza di quelle modificazioni, sono gli scambi endosmotici che debbono accadere fra il succo interstiziale ed il sangue e la linfa, dai quali liquidi è separato soltanto mediante le sottilissime e porose tuniche dei vasi. Questi movimenti molecolari endosmotici faranno passare in opposte direzioni a traverso quei setti certe o certe altre qualità di molecole, seguendo leggi affatto diverse da quelle che governano i fenomeni della filtrazione, così per la qualità come per la quantità dei corpi che aggiungeranno o toglieranno al succo interstiziale. La composizione del plasma sanguigno; quella del filtrato interstiziale, diversa caso per caso per mutata composizione del sangue e per le cagioni che influiscono sulla filtrazione; quella della linfa, connessa ed in una certa misura dipendente da quella del succo interstiziale; la composizione del setto costituito dalle tuniche dei vasi, non rapidamente variabile ma non sempre identica, perchè nel rinnuovamento nutritizio della sua sostanza può subire delle modificazioni che non dobbiamo dimenticare; l' azione degli imponderabili, elettrico e calorico, svolti nei fenomeni chimici della nutrizione; saranno altrettante cagioni capaci di modificare l' andamento dell' endosmosi fra il succo interstiziale ed i liquidi contenuti nei vasi sanguigni e linfatici, modificando per tal modo anche la composizione di questi e di quello.

Potranno le cellule che si trovano nei tessuti avere diretta influenza su questi fenomeni endosmotici? — Nessun dato di fatto, nessuno argomento di analogia, ci autorizza ad attribuire alle cellule dei poteri di questa sorta; lo ammettere i quali sarebbe adunque pura ipotesi, mentre poi vedremo fra poco che in modo più indiretto ma più innegabile, possono le cellule dispiegare non trascurabile potere sull' andamento della endosmosi di cui ci occupiamo.

Il succo interstiziale non rimane nelle lacune dei tessuti senza subire cangiamenti nella sua costituzione, anche per ragioni indipendenti dai fenomeni endosmotici. — Questo succo è quello che veramente ed in modo diretto alimenta le reazioni chimiche della nutrizione e delle secrezioni, nelle quali reazioni soffre delle

perdite per le sostanze che passano a far parte dei tessuti od escono per la via delle glandule, riceve delle aggiunte per le sostanze che cessano di appartenere ai solidi organici e si disciolgono in esso. — Questi cangiamenti che di continuo vanno accadendo sotto la influenza di diverse cagioni delle quali darò un cenno, potranno alla lor volta esercitare una azione modificativa non lieve sugli atti endosmotici di cui più sopra ho parlato, a motivo delle eterogeneità nuove che producono.

§. 20. **Il processo nutritivo non dipende solamente dalla qualità del succo interstiziale. Caratteri chimici delle molecole dei tessuti.** — Le reazioni chimiche fra il succo interstiziale e la sostanza stessa dei tessuti sono si può dire il fenomeno culminante della vita organica così degli animali come delle piante; sono quelle nelle quali consiste l' atto di non poche secrezioni, e l'altro importantissimo della nutrizione, dal quale deriva tanto la conservazione dei caratteri e delle proprietà organiche normalmente appartenenti ai tessuti, quanto lo incominciamento di qualunque deviazione da questa norma, ossia lo iniziarsi di un processo patologico. Dalla costituzione del succo interstiziale, sulla quale abbiamo veduto più sopra quale influenza è credibile che abbia la circolazione capillare, e quale le altre cose che prendemmo in esame, dipende senza dubbio sino ad un certo punto l'andamento delle reazioni chimiche della vita organica; ma poichè anche delle altre cagioni debbono concorrere a modificarlo, di ognuna di queste bisognerebbe poter conoscere il modo di azione, per attribuire a tutte le diverse cose che cooperarono al resultato finale, il grado di importanza che giustamente loro compete.

Poco, pochissimo anzi, possiamo sapere od argomentare con sufficiente probabilità intorno alle reazioni delle quali si tratta, atteso la impossibilità di arrivare a fare su di esse qualche diretta osservazione; pure attesa l' importanza delle cose conviene tener conto con cura gelosa di tutto quello che ci è dato raccogliere, procurando di valutare come meglio sappiamo il grado o di certezza o di probabilità delle conclusioni alle quali possiamo arrivare. E se anche apparisse che poco frutto si facesse per questa via non ci sarebbe da rammaricarsi per avere male speso la nostra fatica; imperocchè quando si studia un complesso di fenomeni fra loro connessi, come è appunto il caso nello studio della vita, non si può far giudizio giusto delle singole parti di quel

complesso se non si guarda bene alle relazioni che le collegano. — In questi casi se tutto non ci è dato conoscere, non è poco sapere che ignoriamo, ed è assai quando si può in qualche modo valutare l' importanza delle cose ignorate. — Siamo nella condizione di un geografo che accozzando quello che fu scoperto per certe ragioni di un vasto continente, deve tener conto della esistenza delle parti inesplorate, nelle quali forse si nascondono le cagioni di alcuni grandi fenomeni naturali che si manifestano in quelle ben conosciute.

Due cose valgono a rendere più o meno vivace in un dato punto una reazione chimica qualsiasi, l'abbondanza cioè maggiore o minore attorno a quel punto delle molecole fra le quali accade la reazione, e le condizioni or più ed or meno favorevoli alla reazione medesima: altrettanto è da credere debba esser vero per i fenomeni chimici della nutrizione. — L' abbondanza maggiore o minore nel sangue delle sostanze che più o meno direttamente alimentano le reazioni nutritive: il loro passaggio più o meno copioso nelle lacune interstiziali dei tessuti: la più o meno pronta e perfetta elaborazione che alcuna di esse deve forse subire in seno al succo interstiziale: il rinnuovamento più o meno sollecito di questo succo, che ne mantenga più o meno bene la purezza iniziale, la quale si anderebbe continuamente perdendo per le reazioni coi circostanti tessuti; ecco altrettante cose che possono far variare per parte del succo interstiziale la quantità delle molecole che veramente partecipano alle reazioni nutritive. — Anche per parte dei tessuti, i quali rappresentano l' altro dei due termini da considerare nella citata reazione, può essere che non sempre eguale sia il numero delle molecole più atte a parteciparvi, ma quasi nulla possiamo dire in proposito per la scarsità dei dati che danno luce a questa parte della questione. — Studiando la nutrizione dei muscoli ci si può agevolmente persuadere della manifesta alterazione chimica che in essi induce l' esercizio, e bisogna concludere che durante l' attività funzionale le reazioni nutritizie, sono più copiose, per contrapporsi a quella alterazione che è allora maggiore del consueto: in questo caso è evidente che la causa della cresciuta quantità della reazione starà in parte nella abbondanza delle molecole atte a parteciparvi, somministrate dal tessuto muscolare. — Altrettanto, abbenchè forse in più ristretti confini, è pro-

babile si avveri anche per altri tessuti. — Nè solamente per l' alterazione prodotta dall' esercizio delle sue funzioni può il tessuto di un organo essere in un dato momento in condizioni chimicamente diverse dalle ordinarie. — Tutte le volte che qualche insolita circostanza avrà in momenti antecedenti modificato in qualche parte del corpo l' andamento del processo nutritivo, il resultato di questo processo, ossia la costituzione chimica dei tessuti, potrà non essere eguale a quel che era per lo innanzi. — Le molecole costituitesi allora in modo alquanto diverso dal consueto saranno poi alla lor volta cagione di qualche mutamento qualitativo o quantitativo nelle reazioni nutritive, alle quali poi per un certo tempo seguiteranno a partecipare. — Quali, e quanto importanti siano questi casi; quanto siano frequenti; quali siano le particolarità di ognuno, sono cose che desidereremmo sapere ma che pur troppo non sappiamo.

§. 21. **Cellule.** — Sulle reazioni chimiche che si effettuano nei tessuti viventi si è ripetutamente pensato che possano esercitare influenza non lieve le cellule, che dove più e dove meno frequenti si trovano in quei tessuti; su questo punto della questione sarà bene per ciò fermare l' attenzione per esaminare di che qualità e di che valore si possa credere che sia la ricordata influenza. — L' ufficio delle cellule come strumenti efficaci di elaborazione chimica dei materiali organici, è la loro funzione fisiologica ammessa più concordemente, per delle ragioni delle quali verrà in seguito migliore opportunità di esaminare il valore. — Questo ufficio desse lo eserciteranno presumibilmente in un modo non sempre eguale, a motivo delle condizioni diverse nelle quali si troveranno in diversi momenti. Su questa loro funzione è credibile infatti che abbiano azione più e diverse cose, delle quali accennerò qui quelle che mi si presentano alla mente come meritevoli di maggiore considerazione, che sono le seguenti: 1.° la costituzione e composizione chimica delle cellule, diversa secondo la maniera colla quale si sarà effettuata precedentemente la loro nutrizione, sia a motivo dei liquidi che alimentarono quelle reazioni nutritive, sia a motivo delle circostanze in mezzo alle quali avvennero: 2.° la composizione non sempre eguale del filtrato sul quale si esercita la loro funzione elaboratrice: 3.° l' azione che può avere sulle cellule questo istesso liquido considerato non già come materiale da elaborare, ma come

stimolo corrispondente a qualche loro modo di impressionabilità: 4.° l'influenza che su i fenomeni chimici provocati dalle cellule possono forse avere la pressione esterna, il calorico, l'elettrico, la luce, e l'azione coordinatrice che l'insieme dell'organismo dispiega, come vedremo, su quello che accade in ciascheduna delle sue parti. — Il prodotto della elaborazione cellulare mentre per una parte darà motivo e norma a dei fenomeni endosmotici fra il succo interstiziale e gli altri liquidi vicini, come accennai altrove, per altra parte è da credere debba esercitare una non spregevole influenza sul modo di effettuarsi delle reazioni fra il succo interstiziale ed i tessuti; che è quanto dire su i caratteri chimici ed organici che gli elementi istologici di quei tessuti andranno assumendo a seconda del diverso modo di procedere del loro continuo rinnuovamento nutritizio. Grande come ognuno può intendere è la parte che per questi indiretti modi debbono avere le cellule nelle più importanti categorie dei fenomeni chimici che avvengono in seno ai tessuti, ma non per questo siamo autorizzati a concludere che da loro quasi unicamente debba dipendere l'andamento del processo nutritivo, e non sarà male spendere qualche parola per fissar meglio le nostre idee su questo particolare.

Le cellule abbondano nei tessuti dei vegetabili; abbondano negli animali durante il periodo embrionario, o nelle parti ove si effettua una cicatrizzazione od una neoformazione patologica; fuori di questi casi negli animali adulti non sono copiose altrochè negli organi di secrezione. — Che le cellule siano l'elemento precursore di tutti quanti i tessuti, e generatore loro esclusivo e necessario, non molti istologhi oggimai vorrebbero sostenere, ma nondimeno non si può negare che nella grandissima maggioranza dei casi le cellule, od i loro nuclei, abbiano a quanto pare ufficio importantissimo nella genesi degli altri elementi istologici. — Considerate le cellule sotto questo punto di vista, è naturale che si trovino abbondanti nei tessuti embrionali, o nelle parti in cui accade una cicatrizzazione od una neoformazione patologica, perchè in tutti quei casi molti nuovi elementi istologici si vanno formando. — Potremo forse con qualche considerazione congenere renderci conto della quantità delle cellule che troviamo nelle piante? — Nelle piante il processo della nutrizione si effettua senza quella demolizione molecolare minutis-

sima che si ha nei tessuti degli animali, e che prepara il luogo nel quale, senza alterazione nessuna del disegno dell' intiero organismo, si vengono a collocare le molecole organiche novellamente formate; nelle piante invece di questa molecolare denutrizione si trova la caduta regolare delle parti appendicolari, ed il semi-incadaverimento degli strati via via più antichi di quelle assili; la nutrizione produce parti appendicolari affatto nuove e strati nuovi delle parti assili. — Nelle piante adunque si ha una continua fabbrica di elementi istologici nuovi, anzi di intieri brani di tessuti, appunto come nei casi ricordati più sopra rispetto all' organismo animale. — In questi casi le cellule possono essere considerate come strumenti, se non unici, per certo efficacissimi del processo istogenico o morfogenico che in tutti quei casi è molto attivo. — Di nuova formazione di elementi istologici non vi è da parlare nel rinnuovamento nutritizio dei tessuti degli animali adulti che si effettua per gruppi molecolari infinitamente più piccoli, tanto piccoli anzi da non comprendere probabilmente nemmeno l' intiera molecola albuminoide, e per conseguenza le cellule non hanno modo di adempiere in questo caso funzioni simili a quelle per le quali trovano largo campo nelle piante, o nei tessuti animali di nuova formazione. — Negli animali adulti le cellule abbondano negli organi glandulari; nei quali desse non servono come generatrici di tessuti, poichè sono esse stesse il tessuto definitivo. — In questo caso adunque convien credere che quando non sono semplice rivestimento epiteliale protettore dei sottoposti tessuti, desse servano come strumenti di trasformazioni chimiche; la quale cosa per quel poco che sappiamo della fisiologia delle cellule, è pure da annoverare fra le loro più cospicue attitudini, come forse potremo altrove conoscere con maggiore esattezza.

Aiutandoci colle cognizioni dirette, scarse pur troppo, che possediamo e con dei valutabili dati di analogia, si può discretamente bene sostenere che le cellule sono nei tessuti animali strumenti potenti dei processi istogenici e di chimica elaborazione. — Coll'ultima delle citate proprietà desse potranno dunque esercitare influenza efficace anche sulle reazioni chimiche del processo nutritivo, elaborando qualche parte del plasma interstiziale che le alimenta, e solo è da notare che il numero non grandissimo delle cellule che si trovano in molti dei ricordati tessuti, sta ad indi-

care che questo loro ufficio deve essere ammesso con qualche discretezza. — Non accettabile adunque mi pare la dottrina che alle cellule attribuisce quasi per intiero il potere direttivo della nutrizione dei tessuti, poco o nulla curando le altre cose che enumerai, e che mi sembrano tutt' altro che trascurabili. — A maggior ragione credo poi non si possa accettare l' opinione che questa influenza delle cellule si estenda anche sino ad una certa distanza attorno a loro. La funzione chimica e quella istogenica delle cellule, sono in certi casi assai evidenti, in altri rese credibili da non spregevoli argomenti di analogia; ma per quanto so nessun fatto è stato constatato nel quale sia evidente la supposta estensione della influenza loro oltre i confini della loro forma. Questo modo di pensare rimane dunque una semplice ipotesi che per quanto ingegnosa, manca dei necesssari fondamenti di fatto, e non trova appoggio nemmeno in argomenti molto attendibili di analogia; oggi specialmente che è conosciuta quella sottile e ripetuta divisione delle fibre nervose alla loro parte periferica, per la quale sono resi numerosissimi e frequenti i veri punti delle loro terminazioni, ed è poco probabile anche per loro che l'azione fisiologica si estenda oltre i confini dell' elemento istologico. — In appoggio del modo di vedere del quale si tratta potrebbe forse addursi da qualcuno l' esempio dei globuli rossi del sangue, i quali senza escire dai loro vasi sono un elemento del sangue molto influente sull' andamento della nutrizione. Su tal proposito è da notare che traversando i capillari i globuli rossi mutano non foss' altro di colore, lo che ci prova che avvenne in loro un cangiamento di composizione. La loro azione può dunque essere spiegata in modo più semplice e materiale, mediante la partecipazione loro alle reazioni chimiche, che se non interessano direttamente la sostanza del tessuto, influiscono sulla costituzione del plasma che deve poi alimentare le altre.

§. 22. **Nervi.** — Oltre le cellule anche i nervi meritano che se ne studi l'azione rispetto ai processi nutritivi. — Si deve o no ammettere che l' azione nervosa possa modificare e dirigere l'andamento dei fenomeni chimici della nutrizione, all' infuori ben s'intende da quel che può fare per mezzo del grado diverso di contrazione delle fibre muscolari dei vasellini sanguigni e linfatici, come già dissi altrove? — Difficile problema egli è questo per certo, che nello stato attuale delle cogni-

zioni nostre non possiamo risolvere con sicurezza; ma rispetto al quale non sono da disprezzare alcuni barlumi di luce che da qualche parte possiamo procurarci. — Se si riflette che l'azione nervosa deve derivare da un materiale mutamento verificatosi nella sostanza dei nervi o dei centri nervosi, ossia da una reazione chimica che si effettua nella loro sostanza; e se si pensa che un movimento molecolare può bene esser capace di destarne un altro in altre contigue molecole: se si considera che quel mutamento molecolare sebben lieve chimicamente parlando ci si palesa come grandissimo qualora si guardi alla singolarità e grandezza degli effetti che può produrre: se non si dimentica che quella molecolare perturbazione dei nervi può nei muscoli, quasi come una favilla di fuoco nella polvere da sparo, determinare una rapida e cospicua reazione che produce calorico, elettrico, ed una poderosa contrazione: mi pare che anco senza cercare altro non ci potremo sentire disposti a dichiarare risolutamente impossibile che l'influenza nervosa modifichi qualitativamente o quantitativamente l' andamento dei fenomeni che accadono nel succo interstiziale e nei tessuti. — A queste generiche considerazioni è pure da aggiungere qualche altro argomento un poco meno indiretto. — Osservazioni non antichissime del Waller, confermate poi da molti sperimentatori, hanno messo in chiaro che le fibre nervose non conservano la loro normale apparenza, la loro normale struttura se i nervi in cui si trovano non sono connessi con certe date parti del sistema nervoso contenenti cellule nervose. — Ognuna di queste regioni estende la sua influenza su dei fasci di fibre nervose, delle quali alcune almeno non hanno con quelle cellule connessione veruna, come si vede bene per le fibre spinali della radice posteriore dei nervi spinali, le quali traversano il ganglio di quella radice senza unirsi alle sue cellule, e senza nemmeno distribuirsi regolarmente e minutamente una per una in contatto immediato con qualche cellula, e nondimeno dipendono da quel ganglio per la conservazione della loro struttura normale. — Le regioni del sistema nervoso che posseggono questo potere sono i così detti centri trofici di quei nervi che nell'anzidetto modo ne dipendono; ed è notevole che l'influenza trofica o regolatrice dei processi nutritivi, emana da quei centri in direzioni talvolta contrarie a quelle della vera e propria azione nervosa delle parti di che si tratta, talchè non si può confonderla

con questa o considerarla come una sua derivazione. Così infatti si vede nei già citati gangli delle radici posteriori l'azione trofica essere centrifuga dal ganglio alla parte periferica del nervo, centripeta invece dal ganglio al midollo spinale, sebbene nella parte sensifera dei nervi spinali la funzione della trasmissione nervosa sia centripeta necessariamente da un capo all'altro. — Altri fatti concernenti l'azione trofica dei nervi furono di recente osservati dal Vulpian e sono referibili ad una azione trofica esercitata dai nervi rispetto alla nutrizione dei muscoli. — Secondo le osservazioni del Vulpian la sezione dei nervi sensiferi non danneggia molto la nutrizione muscolare, la quale invece si disturba grandemente recidendo i nervi motori ancorchè restino illese le fibre vasomotrici: in questo caso si ha entro certo tempo grave atrofia e persino distruzione delle fibre muscolari, la quale atrofia non è attribuibile alla insolita inerzia dei muscoli, perchè manca quando la paralisi non deriva da lesione dei nervi, bensì da alterazione di organi nervosi centrali situati per quanto sembra al di là di quelle parti del sistema nervoso dalle quali emana questa speciale azione trofica muscolare.

I fatti che sino a qui ho enumerato mostrano che il sistema nervoso può, almeno in alcuni casi, dispiegare sull'andamento del processo nutritivo una influenza, che è cosa diversa ed indipendente dalle sue più note funzioni, distinte già da gran tempo col nome di azione nervosa sensifera e motrice. — Affatto sconosciuto è il modo di agire dei nervi nei ricordati casi, e per conseguenza dobbiamo contentarci di avere registrato dei fatti che ci conducono ad ammettere questa funzione molto importante per certo del sistema nervoso, senza che sia possibile per ora neppur provarsi a determinarne il carattere, e le leggi che la governano. — Quello che peraltro mi pare non sia da dimenticare si è che gli esempi sin qui raccolti di una azione trofica proveniente da qualche parte del sistema nervoso, sono dei casi nei quali queste parti hanno potere sovra altre parti dell'istesso sistema (esempi del Waller, ec.), o sul sistema muscolare, che ha col sistema nervoso relazioni più strette di ogni altro, sia che si consideri la sua funzionalità sia che si guardi alla sua embriogenia, come si rileva da alcuni fatti teratologici che non è qui luogo di descrivere. La quale cosa ho voluto notare perchè mi sembra che non possiamo per ora spingerci a delle generalizzazioni premature

potendo quello che è esattamente vero per i due sistemi nervoso e muscolare, essere erroneo rispetto ad altri tessuti.

§. 23. **Influenza dell' individuo sulle sue parti.** — Sino ad ora parlando delle reazioni nutritïve ne ho discorso considerando quel che avviene singolarmente in ciaschedun punto dei tessuti del corpo, senza guardare per nulla al loro insieme, lo che peraltro bisogna fare se vogliamo completare come meglio ci è possibile lo studio di questo gran fenomeno chimico dell' organismo animale, e possiamo aggiungere anche di quello vegetale. — Se a questo insieme poniamo mente; se riflettiamo che il restauro nutritivo dei singoli e fra loro dissimili elementi istologici dei tessuti; l'aumento o diminuzione loro ed ogni altra loro modificazione a seconda dell' età; la formazione di tessuti nuovi, e le successive modificazioni loro, nella cicatrizzazione o riproduzione di qualche parte; sono fenomeni che si compiono in conformità di un disegno che comprende l' organismo intiero, ci troveremo condotti ad ammettere che i locali fenomeni nutritivi debbano in qualche misura esser soggetti ad una potenza, per virtù della quale quel che avviene in un punto dell' organismo animale consente secondo certe norme, con quel che esiste od avviene in tutto il rimanente di questo. — Per quali mezzi si mantenga questo consenso nei fenomeni chimici che accadono in parti anche notevolmente lontane, non siamo per adesso in grado di dire. Che i nervi debbano fra gli altri uffici avere anche questo non parrà ammissibile se si rifletta che quei consensi esistono anche nelle piante, esistono nei giovanissimi embrioni privi di nervi, ed in alcune gravi mostruosità, nelle quali sono rimaste soltanto le estremità pelviche colla porzione anteriore del bacino, e manca tutto il resto del corpo compreso il sacro ed il coccige, e così tutti intieri i centri nervosi cerebro spinali. — Questo che ora ho detto rispetto alla influenza dell' intiero organismo sul modo di effettuarsi delle reazioni chimiche che accadono in ogni punto della sua estensione, si deve anche ripetere per le minori e secondarie individualità di ciascuno degli organi di cui desso resulta. La qual cosa ci si manifesta molto bene negli innesti animali, nei quali un organo impiantato in una sede non sua, od in un animale diverso da quello cui appartenne, aderisce ai tessuti coi quali si trova in contatto, e col sangue che ne riceve conserva o produce forme e strutture che in quella località non

si dovrebbero trovare. — Eguale proprietà può anche darsi che abbiano rispetto ad ogni punto della loro estensione le innumerevoli individualità degli elementi istologici; in ognuno dei quali possiamo pure ravvisare delle parti fra loro diverse prodotte e mantenute conformemente ad un disegno comune che le comprende tutte: ma in quanto a questo mancano per quel che conosco osservazioni di fatto che ci porgano la necessaria dimostrazione di questa sebbene probabile supposizione.

Quale sia il grado di importanza di ognuna di queste influenze direttive: quali le loro possibili modificazioni; quali le norme della indipendenza o della subordinazione loro; quali i consensi ed i contrasti che fra loro si possono verificare; e quale perciò caso per caso il carattere della resultante finale che ne deriva, non siamo in grado di conoscere nè congetturare in modo alcuno, perchè ci manca qualunque dato di fatto per tentare una soluzione anche soltanto approssimativa di questi importantissimi problemi.

§. 24. **Stimoli esterni.** — Le cagioni sin qui enumerate come capaci di esercitare influenza sull'andamento degli atti chimici della vita organica, emergono dal seno istesso dell'organismo nel quale operano; dobbiamo o no ammettere che ve ne siano anche delle altre provenienti dal mondo esteriore? — Che le circostanze esteriori in mezzo alle quali un animale vive possano avere una azione tutt'altro che indifferente sul suo modo di esistere, nessuno per certo vorrebbe mettere in dubbio, ma non è questo il fatto del quale intendo parlare. Quello che ora dobbiamo cercare non è già se vi sono cose che agendo sull'intiero animale o su qualche parte di lui, suscitano dei fenomeni capaci di modificare indirettamente l'andamento degli atti chimici della vita organica, ma bensì se ve ne sono di quelle che in modo diretto possano farlo.

Le sedi generalmente profonde delle molecole fra le quali accadono le reazioni cui intendo alludere; il fatto che molte delle circostanze più influenti su quelle reazioni dipendono da qualche funzione dell'organismo che assicura loro una notevole uniformità, necessaria al regolare andamento della vita; sono cose che debbono per certo limitare la possibilità che la luce, il calorico, l'elettrico, la pressione, ed altre simili cose, esercitino liberamente sulle reazioni nei tessuti viventi quel potere che manifestano per

molte altre reazioni chimiche. — Difficile senza dubbio deve essere che le anzidette cose arrivino ad agire con notevole energia su i sistemi molecolari nei quali avvengono le reazioni chimiche della vita organica aggiungendo a quelle già operose una forza nuova e diversa molto valutabile per la sua quantità. Anche quando peraltro questo caso si possa assolutamente escludere, un altro possibile modo di azione delle preaccennate cagioni rimane da esaminare; il quale non costituisce una vera e propria singolarità di alcuni dei fenomeni che si osservano nei viventi, ma però si verifica spesso in loro e vi produce effetti di gran rilievo, mentre si verifica di rado e non suole produrre effetti importanti nei fenomeni dei corpi non viventi. — Il modo di azione al quale intendo di alludere è quello comunemente noto col nome di stimolazione; e di questo voglio ora parlare, per determinare il significato che dobbiamo dare a questa voce, adoperata talvolta in modo vago, o per indicare cose diverse; e tanto più volentieri lo faccio perchè se anche non potremo dimostrare che questo argomento abbia molto valore rispetto alle reazioni chimiche della vita organica, ne ha però moltissima in tanti e tanti altri fenomeni dei viventi, sino al punto che l'idea della vita non si può concepire scompagnata da quella della stimolazione.

I muscoli ed i nervi sottoposti a certe date azioni, le molte volte di ben lieve entità per loro medesime, si modificano istantaneamente e producono fenomeni nuovi e vistosi, che sono, per i muscoli la contrazione, per i nervi un mutamento per se stesso inavvertibile, il quale però ci si palesa nèlle sue conseguenze, come ad esempio la sensazione od il movimento. Tutto quello che è atto a suscitare la modificazione qui sopra ricordata vien detto stimolo, ed è notissimo che sebbene siano molte le cose capaci di agire in tale maniera su i nervi e su i muscoli, non tutte hanno questo potere, e ve ne ha di quelle che sono efficaci sull'uno di quei due sistemi ed affatto inerti sull'altro. — Modificazione rapida e cospicua nei fenomeni che provengono da un dato tessuto, suscitata per opera di qualche cagione alla quale quell'effetto non possa direttamente essere referito; ecco in sostanza quale è il fatto che nei citati esempi si chiama stimolazione; dicendo stimolo l'agente, dicendo eccitabile il corpo che si modifica per opera di quell'agente. — Da quello che ora ho detto apparisce evidente che sebbene la singolarità dei fenomeni che insor-

gono nei nervi e nei muscoli, faccia sì che ad essi soltanto il fatto della stimolazione venga comunemente referito, pure sia ragionevole pensare che degli altri fatti sostanzialmente appartenenti alla medesima categoria, si possano trovare anche all'infuori di quei tessuti, e dirò di più fuori dell'organismo dei viventi.

Confricando leggermente un fiammifero nasce una tale modificazione nella pasta accendibile che ad un tratto si determinano in essa delle reazioni nuove e vivaci, le quali producono fenomeni vistosissimi, vale a dire una combustione con svolgimento di molto colorico e di splendida luce: la confricazione fece qui da stimolo, la pasta accendibile del fiammifero fu il corpo eccitabile. — Del cloro e dell'idrogeno stanno mescolati senza reagire fra loro sinchè sono nella oscurità, esposti alla diretta luce solare si combinano rapidamente producendo una esplosione: i raggi solari furono lo stimolo, il miscuglio gassoso il corpo eccitabile. — Una favilla di fuoco è stimolo che determina l'esplosione di una massa di nitro: la forza che aprendo una chiavetta manda il vapore nei cilindri di una locomotiva, è lo stimolo in in grazia del quale quel mirabile ordigno si mette in movimento, e fa girare veloci le ruote che portano gravissimi pesi. — A mille a mille si potrebbero citare gli esempi, nei quali un fenomeno nuovo si suscita per opera di una cagione che non ne è la vera produttrice, e soltanto remuove qualche ostacolo che impediva alle cause effettive di quel fenomeno di esercitare il loro potere in quel tal modo e con quella tale misura che da allora in poi doventa possibile. — In tutti i casi ricordati, e negli altri simiglianti che si potrebbero aggiungere, si vede subito che le cose procedono molto diversamente da quando per esempio un urto qualsiasi mette in movimento una palla su di un piano orizzontale. In questo caso la quantità del movimento è necessariamente poporzionale all'urto; negli altri casi ricordati più sopra la quantità di energia che produce il fenomeno suscitato dallo stimolo non ha nessuna relazione necessaria di quantità colla cagione eccitatrice, la quale libera e rende operose delle forze che sino ad allora èrano rimaste inefficaci e latenti. Così nella esplosione di una mina, una scintilluzza determina le copiose ed energiche reazioni chimiche di cui nella polvere era preparata la possibilità, ma che non si effettuano prima del sopraggiungere di quell'impulso, che è per se stesso ben poca cosa. — L'istesso

avverrebbe, per prendere un esempio anche più materiale, se in cima ad una lunga antenna verticale fosse posta in equilibrio molto instabile una grossa pietra, che poi un venticello leggero od altra simile cagione facesse cadere, e che nella sua caduta mettesse in moto altri corpi, producesse calore, elettrico, e forse anche luce, negli urti e negli sfregamenti derivanti del suo movimento. La forza generatrice di tutti questi effetti non sarebbe per certo in tal caso quella molto lieve del vento che turbò l'equilibrio che altrimenti si sarebbe mantenuto; la vera forza generatrice di questi effetti sarebbe invece quella che precedentemente era stata adoperata per portare in alto la grossa pietra; e la qualità degli effetti da essa prodotti quando avviene la caduta, la forma per così dire dei fenomeni, dipenderebbe dal modo col quale quella forza venisse adoperata, vale a dire dalla qualità di meccanismi ai quali venisse trasmessa, talchè ad essi si dovrebbe il prevalere ora dei fenomeni di movimento meccanico, ora di quelli calorifici, elettrici, ec.

In tutti questi casi ed in quelli congeneri potremo chiamare stimoli le potenze che modificano le condizioni del sistema delle forze esistenti in un dato corpo, in modo tale che mutate le combinazioni loro nasce un movimento dove prima era equilibrio, o sivvero un movimento gia esistente muta carattere o quantità; potremo dire eccitabilità l'attitudine del corpo di che si tratta a lasciarsi modificare in guisa tale che ne derivi l'effetto preaccennato. — Questa qualità, di stimolo per una parte, di corpo eccitabile per l'altra non saranno già come ben si comprende da considerare in senso assoluto, ma soltanto come espressione di un rapporto fra due determinate cose, cioè come espressione del fatto che una di esse può produrre nell'altra una alterazione, in virtù della quale si ottengono degli effetti nuovi da delle forze che disposte diversamente sino a quel momento, producevano effetto del pari diverso. — Facilmente si comprende perciò che una cosa la quale operi come stimolo sopra un dato corpo non avrà necessariamente questo istesso carattere rispetto ad un altro corpo: e viceversa un corpo eccitabile rispetto a certe date azioni sarà ineccitabile per certe altre.

Nè più difficile è il persuadersi che nessuna necessaria relazione dovrà esistere fra lo stimolo ed il fenomeno che insorge per cagion sua, nè per la quantità delle forze che divengono operose,

nè per il carattere delle manifestazioni che producono. Le forze che entrano in azione non sono infatti quelle comprese nello stimolo, bensì quelle che esistevano già nel corpo eccitabile nel quale o stavano latenti perchè fra loro equilibrate, o producevano effetti diversi da quello novellamente apparso: il carattere del fenomeno deriva dal meccanismo nel quale agisce la forza divenuta nel preaccennato modo efficace, dal meccanismo nel quale per così dire se ne modellano gli effetti; che possono per tal motivo essere eguali anche quando l'impulso primo derivi da stimoli diversissimi. — Da quello che precedentemente ho detto è facile concludere che in generale tanto meglio i corpi potranno dar facili e cospicui esempi di fenomeni prodotti dell' azione degli stimoli, quanto meno stabile sarà l'equilibrio nel quale si dissimula l'esistenza delle diverse forze che in quei corpi si trovano, e quanto più poderose saranno le forze rese per tal modo latenti. Di questo possiamo trovare un esempio nel caso da me supposto di un corpo molto pesante alzato è messo in equilibrio molto instabile in cima ad una antenna: di questo ci offrono esempio del pari non poche combinazioni chimiche, che si distruggono per l'azione perturbatrice di cagioni lievissime, producendo dei fenomeni che sono espressione di una grande quantità di forza. — Su questo proposito delle forze che possono emergere poderosissime dal seno di certe combinazioni chimiche, non sarà anzi inopportuno rammentare che le ricerche di chimici distintissimi hanno oggimai incominciato a dare appoggio di esatte e ripetute osservazioni a quello che in genere era prevedibile secondo la dottrina della conservazione e trasformazione della forza; hanno cioè sottoposto alla misura ed al calcolo la forza estrinseca alle molecole che partecipano ad una reazione, (calorico, ec.), la quale diviene latente nell' atto che si producono alcune nuove sostanze, e torna a liberarsi quando queste sostanze si trasformano in altre che rappresentano minori tensioni. Quel che accade in questi sistemi molecolari quando si formano le più elevate combinazioni chimiche, equivale adunque a quel che avviene allorchè in una macchina si inalza il peso motore, o si mette in forza una molla, preparando una tensione che diverrà movimento quando saranno tolti i freni che lo impedivano.

Inutile quasi mi sembra lo aggiungere che fra i casi nei quali una potenza opera soltanto come stimolo, e quelli in cui agisce

come cagione unica e diretta del movimento che si suscita, si possono trovare molti casi intermedi, nei quali quella potenza mentre opera a guisa di stimolo relativamente a certe date forze che per lei vengono sprigionate, entra poi essa stessa a far parte del loro sistema, e vi porta non trascurabile tributo di energia. In questi casi si trovano associati con ogni immaginabile gradazione, i caratteri delle due categorie di fenomeni che per comodo di studio ho supposto assolutamente distinte.

Determinato colle precedenti considerazioni il concetto al quale mi pare debba corrispondere la parola stimolo, vediamo se di questo concetto si possa far caso nello interpretare i fenomeni chimici della vita organica. — In questi fenomeni non si tratta egli è vero di un equilibrio che debba essere turbato per opera di un impulso che liberi delle forze dissimulate sino ad allora sotto forma di tensione, si tratta invece di sistemi molecolari nei quali accade già un movimento; ma questa differenza non è per se stessa di importanza grandissima. — Come in un sistema che era in equilibrio può una circostanza nuova fare entrare in azione delle forze sino ad allora latenti e produrre per tal modo un movimento, così in un sistema già in movimento una nuova circostanza può mettere in azione nuove forze, le quali unendosi a quelle già attive facciano cangiare la intensità od il carattere del movimento preesistente. — Se a modo d'esempio fra i prodotti di una complessa reazione chimica che si va effettuando vi fosse del cloro e dell'idrogeno, questi potrebbero svolgersi senza combinarsi fra loro sinchè la reazione procede nella oscurità, si combinerebbero lentamente al sopravvenire di una debole luce, istantaneamente e con violenta esplosione se la luce divenisse abbastanza intensa. — Che in genere la cosa possa accadere non sarà dunque da mettere in dubbio, ma quello che ci interessa non è la generica possibilità bensì la effettiva realtà di quanto ho accennato di sopra, nei processi chimici della vita organica. — E qui è dove si incontra una difficoltà gravissima e possiamo dire insuperabile per assicurarsi del vero andamento delle cose, sia perchè ci manca il modo per far buone ed ineccezionabili osservazioni su quel che accade nella profondità dei tessuti, sia perchè sarebbe anche senza di ciò non facile impresa constatare quel che ci preme di conoscere. — Quando uno stimolo agisce su di un muscolo non è possbile rimanere dubbiosi sul fatto della

sua efficacia; quando agisce su di un nervo non potremmo sapere guardando il nervo se l'effetto è accaduto o no, ma ce ne danno segno manifesto le conseguenze che la corrente nervosa suscitatasi provoca negli organi ai quali è trasmessa. — Non altrettanto possiamo dire per i fenomeni chimici della vita organica, perchè il fenomeno che occorrerebbe studiare ci è quasi affatto sconosciuto e non ha caratteri facilmente avvertibili che rivelino momento per momento il modo col quale si effettua; per sapere se uno stimolo ha modificato l'andamento dei ricordati fenomeni bisognerebbe dunque raccoglierne ed analizzarne in modo comparativo i prodotti durante l'azione dello stimolo e quando questo non agiva, lo che ognuno intende quanto sia malamente fattibile. Ad aumentare la difficoltà della quale impresa si aggiunge che gli agenti di cui intendiamo parlare possono talvolta modificare la circolazione capillare e per mezzo di questa riescire efficaci sulle reazioni chimiche, le quali non ne avrebbero subìto direttamente influenza veruna.

Le molecole dei tessuti e degli umori animali sono molto complesse, rappresentano dei sistemi nei quali le tensioni dinamiche sono grandi, dei sistemi facilmente alterabili, e queste cose possono renderle atte a soggiacere meglio di altre alle azioni degli stimoli, ma questo argomento di probabilità è ben lontano da valere una prova.

Premature per quello che mi sembra dobbiamo dunque ritenere, nella attuale grandissima deficienza di dati di fatto, le affermazioni che si tentò di formulare circa la impressionabilità delle cellule o di qualsiasi altro elemento istologico perciò che spetta alle reazioni chimiche alle quali partecipano. — La struttura assai complicata delle cellule, la grande importanza che desse hanno per le chimiche elaborazioni nell'organismo delle piante e degli animali, rendono probabile per esse forse più che per altri elementi istologici, che l'azione loro non proceda sempre in modo eguale, e debba invece uniformarsi misuratamente ai mutamenti di alcune delle circostanti influenze, lo che è quanto dire che desse debbano possedere una speciale impressionabilità, corrispondente a degli stimoli derivanti da cose estrinseche all'organismo, o da quelle ad esso intrinseche. Se ed in quale modo a questa probabilità corrispondano i fatti non siamo per ora in grado di decidere, e bisogna guardarsi dallo attribuire a qualche misteriosa

virtù delle cellule quello che in altro modo non sappiamo spiegare, come un tempo si faceva coi nervi, quando sul conto loro se ne sapeva anche meno d'ora. Quello che frattanto possiamo dire si è, che a modo di stimoli è probabile operino le correnti elettriche nei casi nei quali modificano l'andamento degli atti nutritivi dei tessuti, come ad esempio nelle loro applicazioni terapeutiche, e le molecole di certe sostanze medicamentose che producono consimile effetto, abbenchè siano in tenuissima dose, e non si possano annoverare fra i componenti normali dei gruppi molecolari organici.

CAPITOLO V.
Riassunto finale.

§. 25. Lunga forse più del dovere è riescita la enumerazione delle cose che in un modo od in un altro si può credere che abbiano azione su i processi chimici della vita organica, ma non inutile mi pare debba essere questa rassegna, perchè per valutare al giusto la vera e reale importanza che il modo della circolazione capillare deve avere relativamente a quei processi, bisogna rendersi conto della parte che giustamente spetta alle altre concause, che dispiegano nel medesimo campo la loro azione. — Lo che non possiamo dire nemmeno che costituisca una specialità del tema del quale ci siamo occupati, perchè tutti i fenomeni organici sono per regola generale molto complessi e derivano da cagioni molteplici. Della qual cosa pur troppo ci si dimentica assai spesso, per modo che in apparenza ha ragione al tempo istesso chi ad una causa attribuisce un effetto che talvolta dessa riuscì a produrre, e chi nega questa dipendenza perchè il fatto non sempre si verificò. — Tenendo conto delle anzidette cose, senza negare quello che alla circolazione capillare si appartiene, possiamo intendere la diversità delle conseguenze che si verificano talvolta in casi nei quali le condizioni di quella circolazione non paiono differenti.

Riassumendo quello che abbiamo raccolto nella rapida rivista del vasto e pur troppo oscuro argomento, le conclusioni che possiamo trarne saranno quelle che appresso:

1.° Numerose e di vario genere sono le modificazioni che per opera di molto semplici meccanismi si possono verificare nell'an-

damento della circolazione capillare di ogni singola parte del corpo, producendo conseguenze importanti rispetto al modo di filtrazione del succo interstiziale.

2.° Sulla filtrazione interstiziale influiscono anche efficacemente e con varietà di modi, la composizione del plasma sanguigno, quella delle tuniche dei vasi; la pressione estravascolare, rispetto alla quale meritano molta considerazione le fibrille muscolari dei piccoli linfatici; e le modificazioni del succo interstiziale sia per i fenomeni endosmotici sia per le elaborazioni cui soggiace.

3.° Le reazioni che elaborano il succo interstiziale possono dipendere dalle affinità chimiche fra i gruppi molecolari che in esso si trovano in presenza, o fra questi ed i circostanti tessuti, dalla azione dell'intiero organismo, da quella di parti più o meno circoscritte di questo, forse dai nervi, e più probabilmente dall'opera di cellule che prendano dal succo che le bagna alcune sostanze e ve le riversino più o meno trasformate.

Poco, ben poco pur troppo abbiamo potuto coll' appoggio diretto dei fatti, determinare con sicurezza il vero grado di efficacia di ognuna di quelle numerose cagioni che in genere dovemmo ammettere, ed anzi nemmeno possiamo asserire con certezza che tutte siano realmente operose. Ulteriori e più fortunate indagini potranno correggere o cangiare sostanzialmente queste o quelle fra le conclusioni che mi sono sembrate in via provvisoria accettabili: quello peraltro che anche adesso credo si possa dire si è, che una dottrina dei fenomeni della circolazione capillare e della nutrizione dei tessuti, o delle secrezioni, la quale non consideri tutte le numerose cagioni che più o meno possono cooperare a produrre il resultato finale, difficilmente coglierà nel segno rispetto alle molte e varie maniere di effettuarsi di quelle funzioni, meritevoli forse più di ogni altra della considerazione e dello studio così dei fisiologhi come dei patologhi.

Di non poche delle cose che ho preso in esame come capaci di influire sull'andamento di questi importanti fenomeni, potrà forse a taluno parere così lieve l'efficacia che insignificante debba esserne l'effetto, ma non è difficile persuadersi che questa non è una grave obiezione. Il rinnuovamento molecolare dei tessuti è un fenomeno continuo, e per conseguenza sommando gli effetti ancorchè piccoli prodotti in una serie di tempuscoli successivi, è

facile che assai presto la somma resulti non indifferente. — Ed è inoltre da osservare che la quantità del cibo giornalmente necessario per supplire ai bisogni di un animale, in specie per quelli di più elevata organizzazione, dimostra che non è poca rispetto al peso del corpo la quantità di materia che giornalmente partecipa al lavorìo chimico della vita organica, talchè anche il rinnuovamento molecolare dei tessuti è probabile che sia assai frequente, e per conseguenza una deviazione dall'andamento normale sebben lieve per se stessa deve col frequente ripetersi produrre presto un resultato notevole. — A tutto questo aggiunge importanza il riflettere che delle differenze appena e dubbiosamente riconoscibili dal chimico nella costituzione delle molecole organiche, generano talvolta conseguenze gravissime per le attitudini funzionali di quelle molecole; come si scorge ad esempio quando un nervo od un muscolo hanno perdute o scemate per l'esercizio le loro proprierà più caratteristiche, sebbene il cangiamento che in essi avvenne sia talora così piccolo che a fatica si arriva a conoscerne e misurarne qualche parte.

Fra tutte le cose che hanno potere per modificare l'andamento degli atti chimici della vita organica la circolazione capillare e le sue più immediate conseguenze tengono per certo il primo posto, sebbene non si debba per questo dimenticare il valore degli altri fattori del fenomeno finale. Anche le piccole modificazioni nello stato dei sottili vasi sanguigni potranno dunque quando si mantengano per un tempo abbastanza lungo produrre effetti di molto rilievo, ed a buon dritto adunque i fisiologhi mettono tanto impegno nel cercare la spiegazione dei cangiamenti di calibro di quei vasi, ed è molto desiderabile che giunga presto il giorno in cui alle supposizioni più o meno bene desunte dalle imperfette cognizioni che per ora abbiamo, si possa sostituire una dottrina che derivi immediatamente da fatti verificati in modo certo ed incontestabile.

Pisa, 1° febbraio 1877.